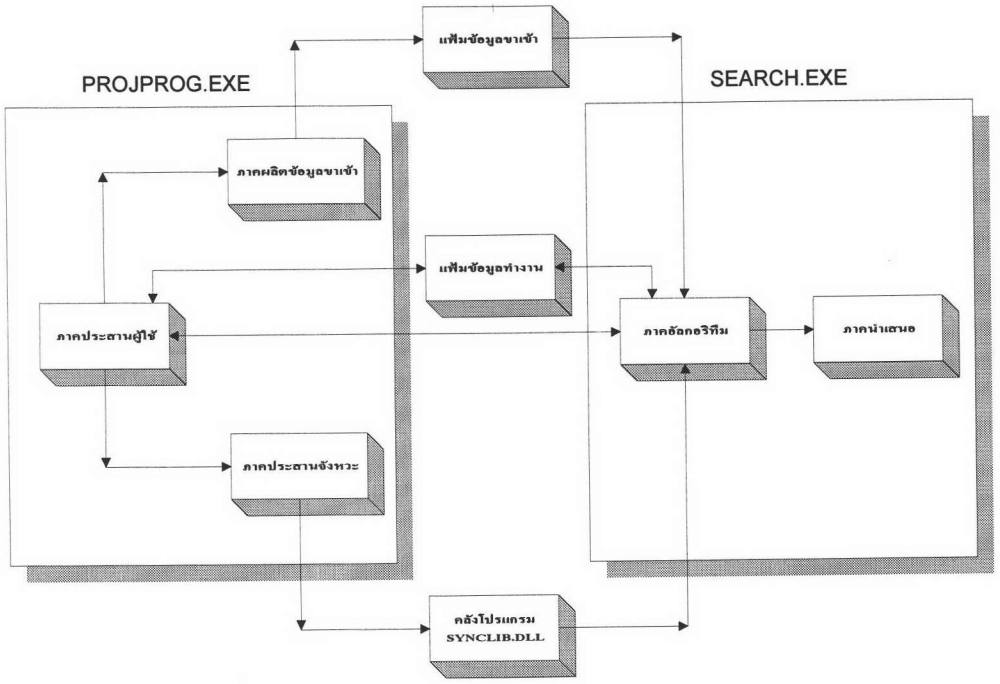
บทที่ 5

ผลการวิจัยและทดสอบโปรแกรม

หลังจากที่ได้ออกแบบและทำการพัฒนาโปรแกรมบนวินโดวส์ด้วยตัวแปรภาษาวิชวลเบสิก จนได้ระบบจินตทัศน์อัลกอริทึมค้นหาข้อมูล 3 แบบ และการหาที่อยู่แบบแฮช 8 แบบ โดยมีด้วยกันสองโปรแกรมคือโปรแกรมควบคุมหรือประสานผู้ใช้ชื่อ PROJPROG.EXE ซึ่งประกอบไปด้วย ภาคประสานกับผู้ใช้ ภาคประสานจังหวะ ภาคผลิตข้อมูลขาเข้า ส่วนอีกโปรแกรมหนึ่งคือ SEARCH.EXE ประกอบด้วยภาคอัลกอริทึมและภาคนำเสนอ ความสัมพันธ์ของทั้งสองโปรแกรมสามารถแสดงได้ในรูปที่ 5.1

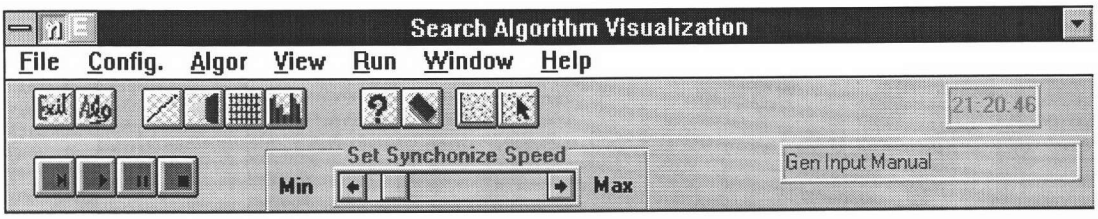


รูปที่ 5.1 โครงสร้างของระบบจินตทัศน์อัลกอริทึม

<u>การทดสอบโปรแกรม</u>

ในการทำงานของโปรแกรมทั้งสองจะต้องสั่งทำงานโปรแกรม PROJPROG.EXE ซึ่งจะได้หน้าจอของโปรแกรมตามภาพที่ 5.2 ทำหน้าที่เป็นโปรแกรมประสานผู้ใช้และกำหนดสภาวะการทำงานต่างๆ รวมถึงการสั่งทำงานโปรแกรมอัลกอริทึมด้วยซึ่งหมายถึงโปรแกรม

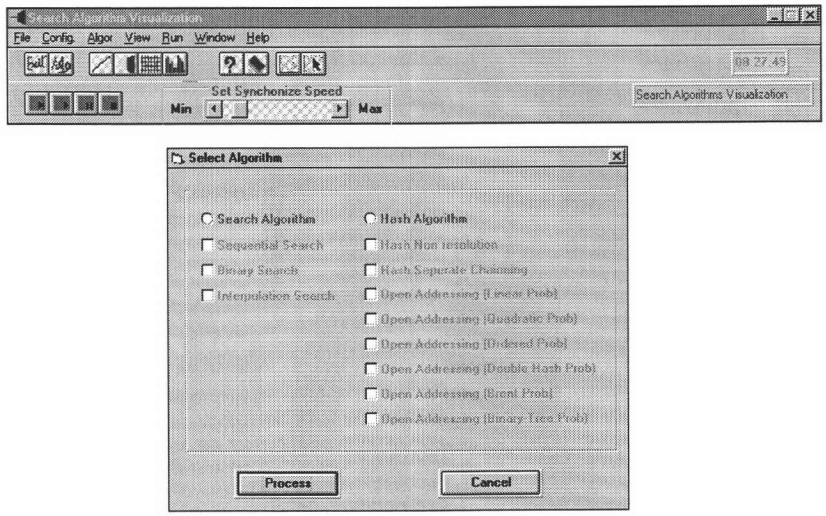
SEARCH.EXE นั่นเอง ถ้าเป็นการทำงานในโปรแกรมประยุกต์ทั่วไปจะเปรียบ PROJPROG.EXE เป็นโปรแกรมหลักแล้วสั่งทำงานเรียกโปรแกรมย่อย SEARCH.EXE หลังจากที่ได้สั่งทำงานโปรแกรมประสานผู้ใช้เรียบร้อยแล้ว ต่อไปจะเป็นขั้นตอนในการเริ่มดำเนินการโปรแกรมเพื่อทดสอบระบบ โดยขั้นตอนในการทำจะมีดังนี้



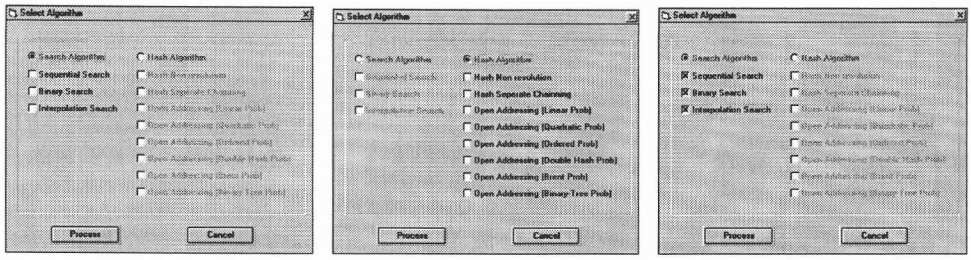
รูปที่ 5.2 แสดงหน้าต่างโปรแกรม PROJPROG.EXE

1. เลือกอัลกอริทึมที่จะทำการทดสอบ

ผู้ใช้สามารถทำการเลือกอัลกอริทึมเพื่อทดสอบดูการทำงานได้สองวิธี วิธีหนึ่งคือใช้แถบเมนู ในหัวข้อ Algor อีกวิธีคือทำการกดปุ่มที่สัญรูป ทั้งสองวิธีจะเป็นการกระตุ้นให้หน้าต่างการเลือกอัลกอริทึมขึ้นมาทำงานตามรูป 5.3 จากรูปจะเห็นว่าอัลกอริทึมจะถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ อัลกอริทึมค้นหาข้อมูล (Search Algorithm) และอัลกอริทึมการหาที่อยู่แบบแฮช (Hash Algorithm) โดยจะต้องเลือกก่อนว่าต้องการทำอัลกอริทึมในกลุ่มใดจึงจะเลือกอัลกอริทึมเข้าทำงานได้ตามรูปที่ 5.4 ในรูป (a) เป็นการเลือกกลุ่มค้นหาข้อมูล รูป (b) เลือกกลุ่มการหาตำแหน่งที่อยู่แบบแฮช และ (c) เป็นการเลือกอัลกอริทึมเข้าทำงาน โดยสามารถเลือกอัลกอริทึมเข้าทำงานได้มากกว่าหนึ่งอัลกอริทึม ในการเลือกก็ให้เลื่อนตำแหน่งชี้ของเมาส์ไปที่ช่องเครื่องหมายที่อยู่หน้าชื่ออัลกอริทึมและกดปุ่มเมาส์ด้านซ้ายมือจะปรากฏอักษร X อยู่ในช่องดังกล่าว ถ้ากดปุ่มทางซ้ายซ้ำที่ช่องเครื่องหมายเดิมเครื่องหมาย X จะหายไปจะเป็นยกเลิกการเลือก



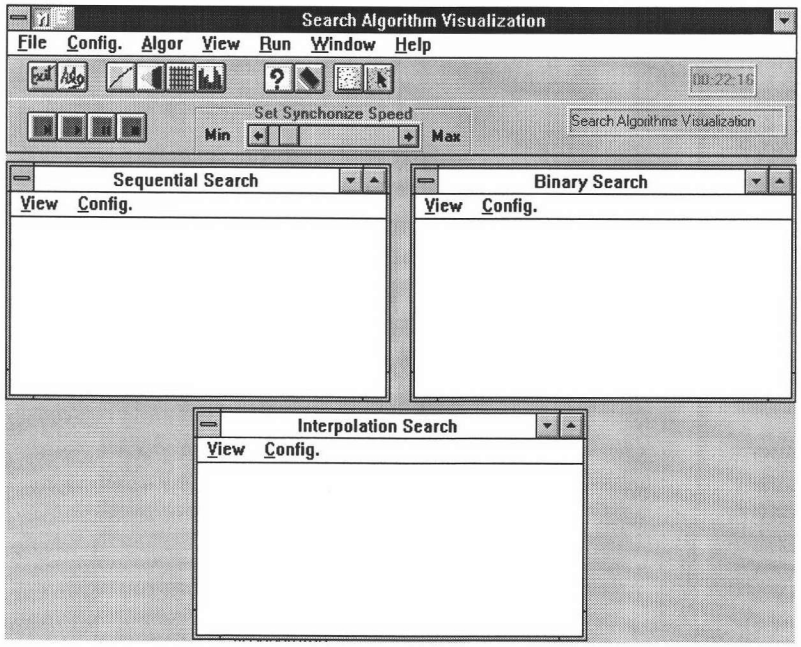
รูปที่ 5.3 แสดงหน้าต่างเลือกอัลกอริทึม



(a) (b) (c)

รูปที่ 5.4 แสดงหน้าต่างเลือกกลุ่มอัลกอริทึมและเลือกอัลกอริทึม

เมื่อทำการเลือกอัลกอริทึมแล้วก็เลื่อนตำแหน่งชี้ของเมาส์ไปที่ปุ่มควบคุม Process กดปุ่มเมาส์ทางซ้ายมือ โปรแกรมหลักจะไปทำการเรียกโปรแกรม SEARCH.EXE ให้ทำงานโดยเรียกโปรแกรม SEARCH.EXE เท่ากับจำนวนอัลกอริทึมที่เลือกในหน้าจอเลือกอัลกอริทึม และโปรแกรม SEARCH.EXE แต่ละตัวจะมีพารามิเตอร์ระบุถึงอัลกอริทึมที่ต้องทำให้ด้วย ตามรูปที่ 5.4 ได้เลือกอัลกอริทึมทำงาน 3 อัลกอริทึม คือ ค้นหาข้อมูลแบบเรียงลำดับ แบบทวิภาค แบบประมาณค่า ดังนั้นจะมีหน้าต่างทำงานของอัลกอริทึมที่เลือกตามรูปที่ 5.5

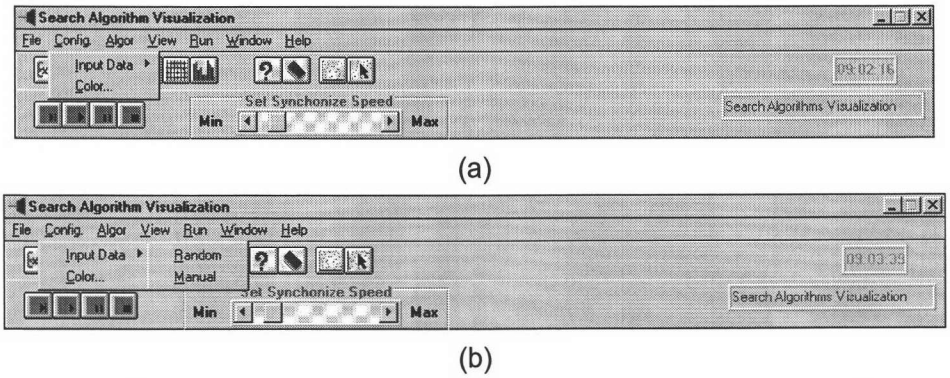


รูปที่ 5.5 หน้าต่างของแต่ละอัลกอริทึมที่เลือก

2. สร้าง / ปรับปรุงข้อมูลขาเข้า

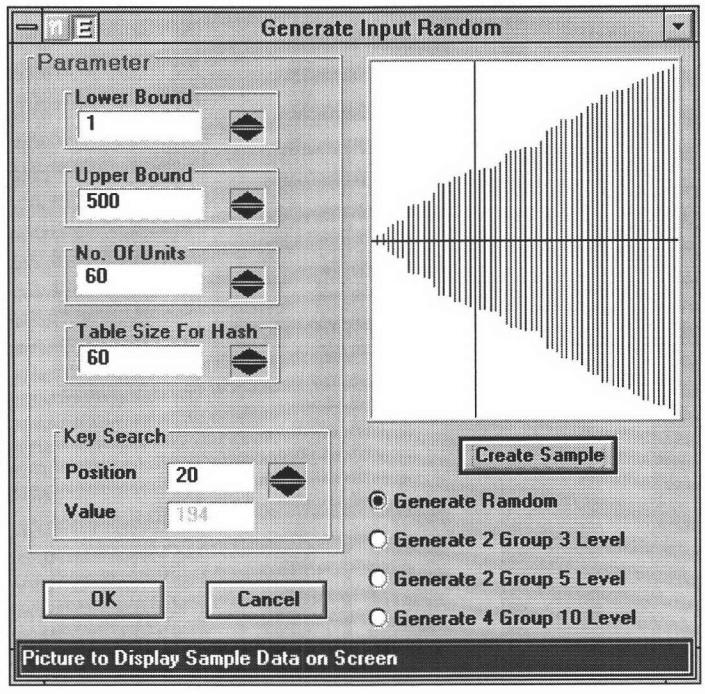
สามารถสร้าง/ปรับปรุงข้อมูลขาเข้าได้ 2 แบบ คือสร้างข้อมูลแบบสุ่มโดยระบบ และสร้างข้อมูลแบบสุ่มโดยผู้ใช้ ในการสร้าง/ปรับปรุงข้อมูลจะเลือกที่เมนูบาร์ในหัวข้อ Config เมื่อเลื่อนเมาส์แล้วคลิกที่หัวข้อดังกล่าวจะขึ้นเป็นเมนูย่อยให้เลือกว่าต้องการสร้างโดยระบบ

(Random) หรือสร้างเอง (Manual) ตามรูปที่ 5.6 (a) และ (b) หรือจะทำการเลือนเมาส์ไปคลิกที่สัญรูป จะเป็นการสร้างข้อมูลแบบสุ่มโดยระบบ และ สร้างข้อมูลโดยผู้ใช้



รูปที่ 5.6 แสดงการเลือกหัวข้อการสร้าง/ปรับปรุงข้อมูลจากเมนูบาร์

เมื่อเลือกการสร้างข้อมูลโดยระบบจะขึ้นหน้าต่างตามรูปที่ 5.7 ในส่วนซ้ายมือของหน้าต่างจะเป็นการกำหนดขอบเขต จำนวน ตำแหน่งการค้นหา และขนาดของตารางแฮช เมื่อผู้ใช้กำหนดเรียบร้อย ระบบจะนำขอบเขตข้อมูลล่าง/บน จำนวนข้อมูลที่ต้องการ พร้อมลักษณะข้อมูลที่กำหนดในตำแหน่งด้านขวาล่าง ใต้กรอบภาพ ไปทำการสุ่มหาค่าในช่วงค่าข้อมูลดังกล่าวจนครบเก็บลงแฟ้มข้อมูลชั่วคราว และใต้กรอบภาพขวามือจะมีปุ่ม **Create Sample** เมื่อคลิกเมาส์ที่ปุ่มนี้ระบบจะสร้างข้อมูลแบบสุ่มให้พร้อมนำข้อมูลสร้างภาพตัวแทนข้อมูล โดยใช้มุมมองแบบแท่งตามภาพด้านขวามือในหน้าต่างกำหนดข้อมูล

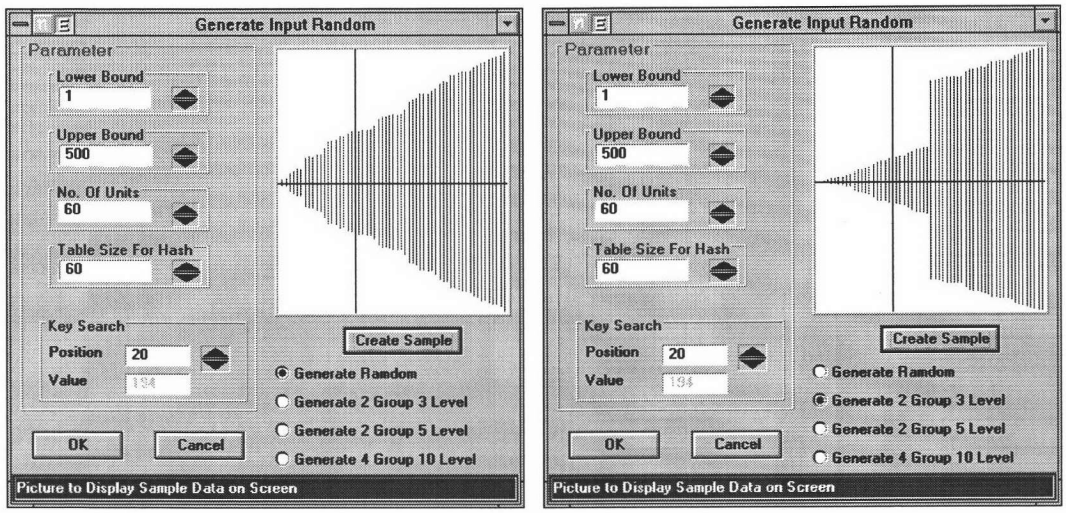


รูปที่ 5.7 แสดงหน้าต่างกำหนดข้อมูลขาเข้าโดยระบบ

ในการกำหนดลักษณะข้อมูลก็สามารถกำหนดได้ในสี่แบบคือ

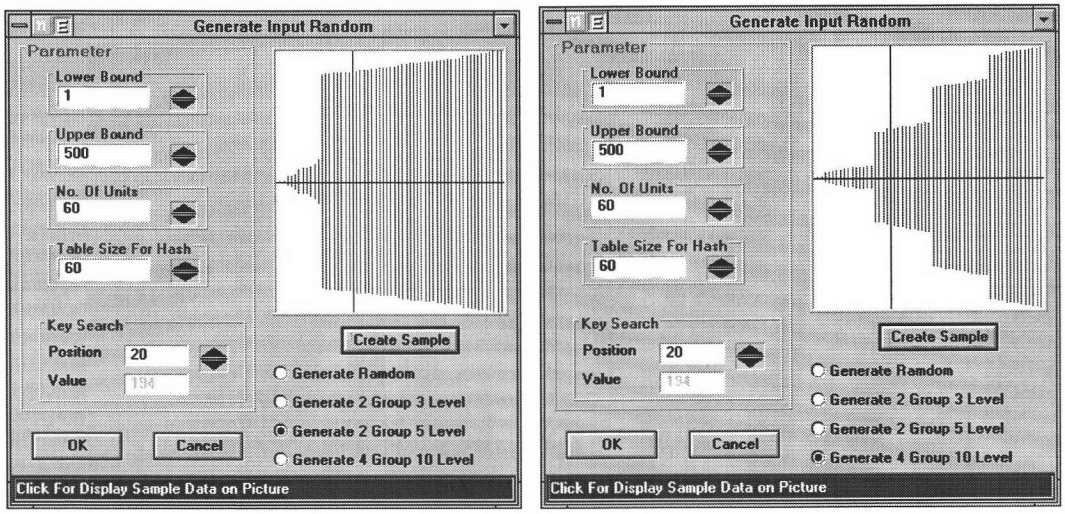
- สร้างข้อมูลแบบสุ่มไม่มีการแบ่งกลุ่มข้อมูล
- สร้างข้อมูลแบบสุ่มแบ่งข้อมูลเป็นสองกลุ่มจำนวนข้อมูลเท่ากัน
- สร้างข้อมูลแบบสุ่มแบ่งข้อมูลเป็นสองกลุ่มจำนวนข้อมูลไม่เท่ากัน
- สร้างข้อมูลแบบสุ่มแบ่งข้อมูลเป็นสี่กลุ่มจำนวนข้อมูลเท่ากัน

ผู้ใช้เพียงเลือกหัวข้อของลักษณะข้อมูลที่ต้องการแล้วลองให้ระบบสร้างภาพตัวอย่างให้ดู ซึ่งจะได้ตามรูปที่ 5.8 (a), (b) และรูปที่ 5.9 (a), (b) ตามลำดับ



(a) (b)

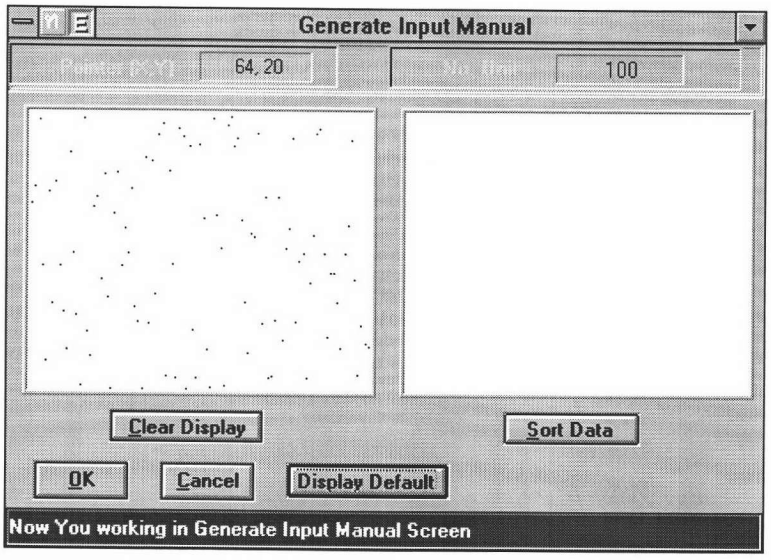
รูปที่ 5.8 แสดงการสร้างข้อมูลแบบสุ่มและแบบสุ่มแบ่งสองกลุ่มเท่ากัน



(a) (b)

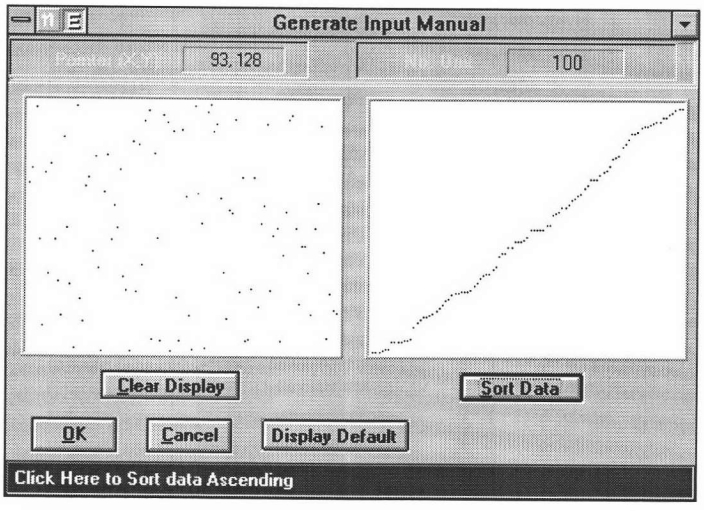
รูปที่ 5.9 แสดงการสร้างข้อมูลแบ่งสองกลุ่มไม่เท่ากันและแบ่งสี่กลุ่มเท่ากัน

อีกแบบหนึ่งของการ สร้าง/ปรับปรุงข้อมูลคือผู้ใช้ทำการสร้างเองโดยใช้เมาส์กดแล้วลากไปบนหน้าต่างที่จัดเตรียมไว้ตามรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 แสดงหน้าต่างกำหนดข้อมูลขาเข้าโดยผู้ใช้

กรอบด้ายซ้ายมือคือพื้นที่ๆผู้ใช้จะใช้ในการลากเมาส์เพื่อกำหนดค่าข้อมูล ครั้งแรกผู้ใช้ต้องการสร้างใหม่ทั้งหมดก็จะทำการลบข้อมูลเก่าทิ้งก่อนโดยกดที่ปุ่ม Clear Display แล้วเริ่มลากเมาส์ในพื้นที่เพื่อสร้างข้อมูล หรือถ้าผู้ใช้ต้องการใช้ข้อมูลชุดเดิมก็กดปุ่ม Display Default เมื่อผู้ใช้สร้างข้อมูลเป็นที่พอใจแล้วถ้าต้องการดูว่าข้อมูลที่สร้างเมื่อจัดเรียงแล้วมีลักษณะอย่างไร ก็ทำการกดที่ปุ่ม Sort Data ระบบจะนำข้อมูลที่สร้างในกรอบทางด้านซ้ายมือมาทำการจัดเรียงลำดับ และแสดงให้เห็นในกรอบด้ายขวามือดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 แสดงข้อมูลกำหนดโดยผู้ใช้และถูกจัดเรียง

3. เลือกมุมมองการนำเสนอ

ภาพหรือมุมมองที่จะแสดงเพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลในการนำเสนอออกจอภาพ ให้เห็นแต่ละขั้นตอนนั้นของอัลกอริทึมนั้นในการทำอัลกอริทึมค้นหาข้อมูลมี 2 แบบ คือแบบจุด แบบแท่ง ส่วนอัลกอริทึมการหาตำแหน่งที่อยู่แบบแฮชก็จะมี 2 แบบเช่นกันคือ แบบตาราง แบบกราฟ ในการกำหนดสามารถทำการกำหนดได้จากแถบเมนูในหัวข้อ View หรือทำการกำหนดโดยใช้สัญรูปที่ปรากฏอยู่บนแถบเครื่องมือมีลักษณะดังนี้

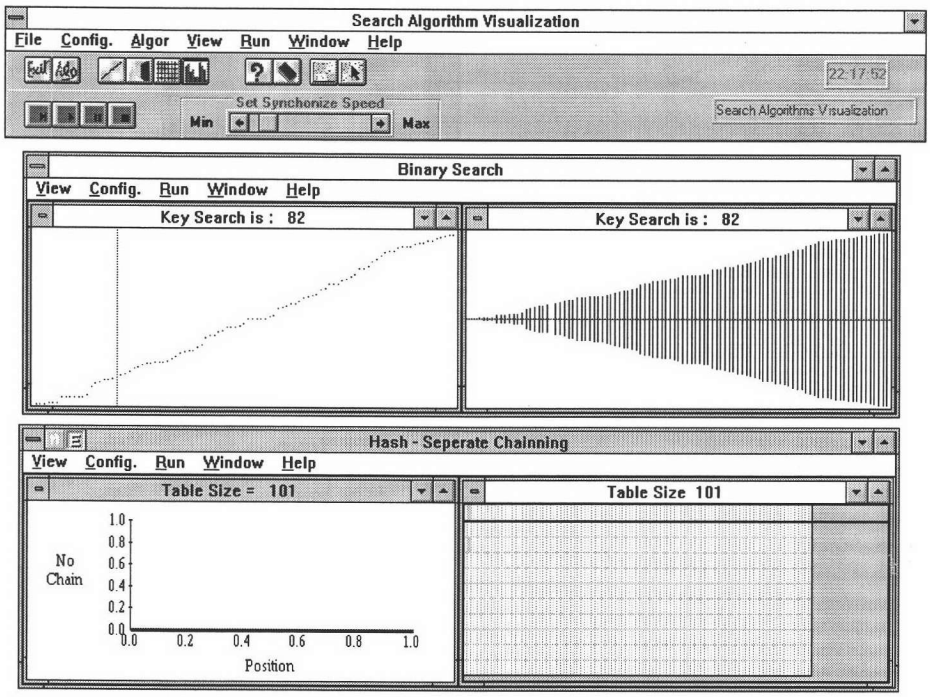
หมายถึง การเลือกนำเสนอมุมมองแบบจุด

หมายถึง การเลือกนำเสนอมุมมองแบบแท่ง

หมายถึง การเลือกนำเสนอมุมมองแบบตาราง

หมายถึง การเลือกนำเสนอมุมมองแบบกราฟ

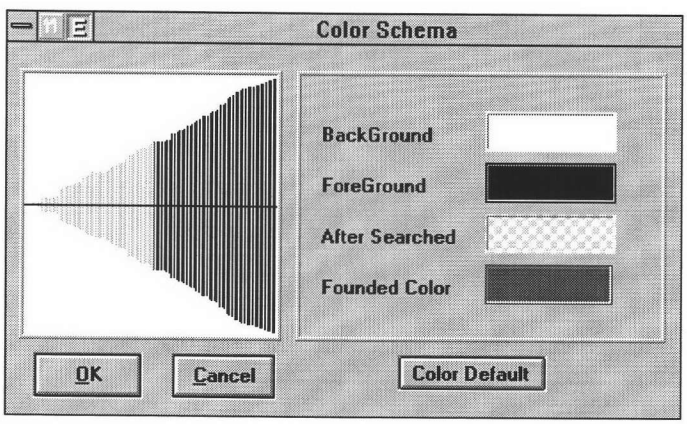
ในการเลือกนำเสนอมุมมองสามารถเลือกได้จากทั้งโปรแกรม PROJPROG.EXE และโปรแกรม SEARCH.EXE กรณีที่เลือกจากโปรแกรม PROJPROG.EXE จะทำให้ทุกอัลกอริทึมนำเสนอมุมมองเหมือนกันแต่จะต้องเป็นอัลกอริทึมประเภทเดียวกันคือค้นหาข้อมูล หรือหาที่อยู่แบบแฮช แต่ถ้าทำการกำหนดมุมมองในโปรแกรม SEARCH.EXE จะกระทำกับอัลกอริทึมนั้นๆเท่านั้น เมื่อทำการเลือกมุมมองการนำเสนอจะได้ดังรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 แสดงการนำเสนอมุมมองในแต่ละแบบ

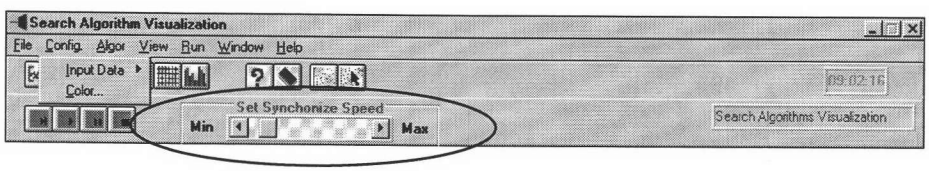
4. กำหนดสภาวะแวดล้อมอื่นๆ

ทำการกำหนดสภาวะแวดล้อมอื่นๆ เช่นสีที่ใช้ในส่วนต่างๆโดยเลือกที่เมนูบาร์ในหัวข้อ **Config** และในหัวข้อย่อย **Color** จะขึ้นหน้าต่างกำหนดสีดังรูปที่ 5.13 ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการให้เป็นสีที่ทางผู้วิจัยได้กำหนดไว้ก็ทำได้โดยกดที่ปุ่ม Color Default เมื่อผู้ใช้กำหนดเรียบร้อยและทำการยืนยันการเปลี่ยนแปลงสี ระบบจะส่งข่าวสารให้ภาคอัลกอริทึมทราบในลักษณะการแลกเปลี่ยนข่าวสารแบบพลวัตร เพื่อให้ภาคอัลกอริทึมทำการเปลี่ยนสีในมุมมองต่างๆตามการกำหนดสีใหม่



รูปที่ 5.13 แสดงหน้าต่างกำหนดสี

ก่อนที่อัลกอริทึมจะเริ่มทำงาน หรือขณะที่อัลกอริทึมกำลังทำงานผู้ใช้สามารถกำหนดการหน่วงเวลาการทำงานโดยใช้แถบเลื่อนให้อัลกอริทึมทำงานให้เร็วขึ้นเพื่อให้อัลกอริทึมทำงานให้เสร็จโดยเร็วเพื่อดูประสิทธิภาพ หรือให้ช้าเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของภาพได้ทันในการศึกษาดูการทำงานของอัลกอริทึมนั้น

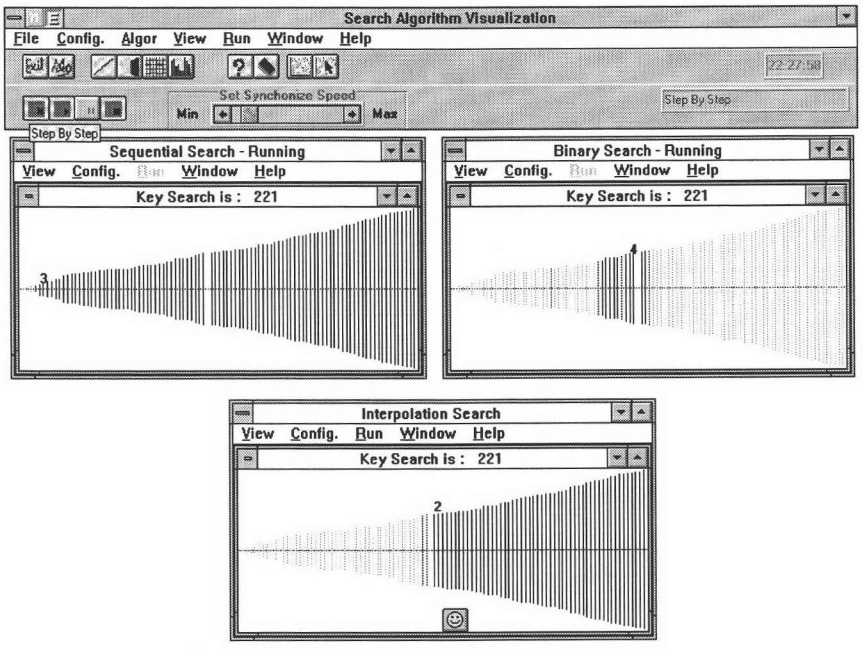


รูปที่ 5.14 แสดงตำแหน่งของแถบเลื่อนในหน้าต่างติดต่อผู้ใช้

จากรูปถ้าต้องการเพิ่มความเร็วในการทำงานของอัลกอริทึม ใช้เมาส์กดที่เครื่องหมาย ▶ หรือกดเมาส์ที่ตำแหน่ง □ ค้างไว้แล้วเลื่อนมาทางขวามือ และถ้าต้องการให้ช้าลงก็ให้ทำในการกลับกัน

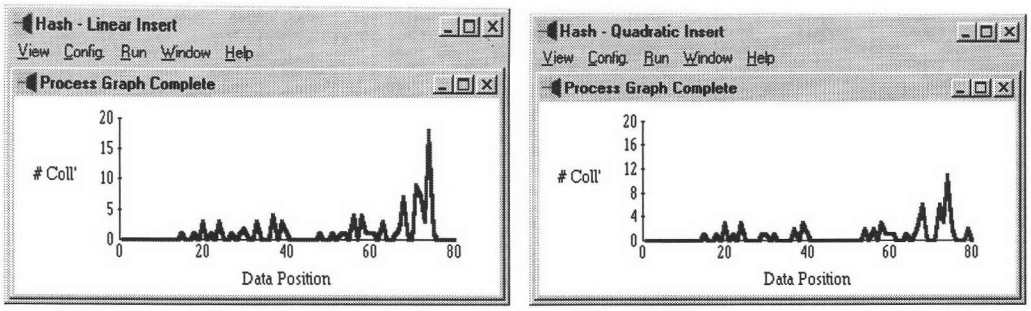
5. สั่งเริ่มทำงานโปรแกรมอัลกอริทึม

เมื่อเตรียมข้อมูลและสภาวะต่างๆพร้อมแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการสั่งให้อัลกอริทึมเริ่มทำงานกับข้อมูลที่ผู้ใช้ได้สร้างขึ้น วิธีการสั่งให้แต่ละอัลกอริทึมเริ่มทำงานสามารถทำได้จากเมนูในหัวข้อ Run เมนูย่อยชื่อ Start หรือโดยการกดปุ่มที่ชุดของแถบเครื่องมือควบคุมการทำงานที่มีสัญรูป จากนั้นอัลกอริทึมที่เลือกเข้าทำงานก็จะเริ่มทำงานทันทีพร้อมๆกัน และในระหว่างที่แต่ละอัลกอริทึมกำลังทำงานจะสังเกตได้ว่ามุมมองต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะของแต่ละอัลกอริทึมจนเสร็จสิ้นการทำงาน



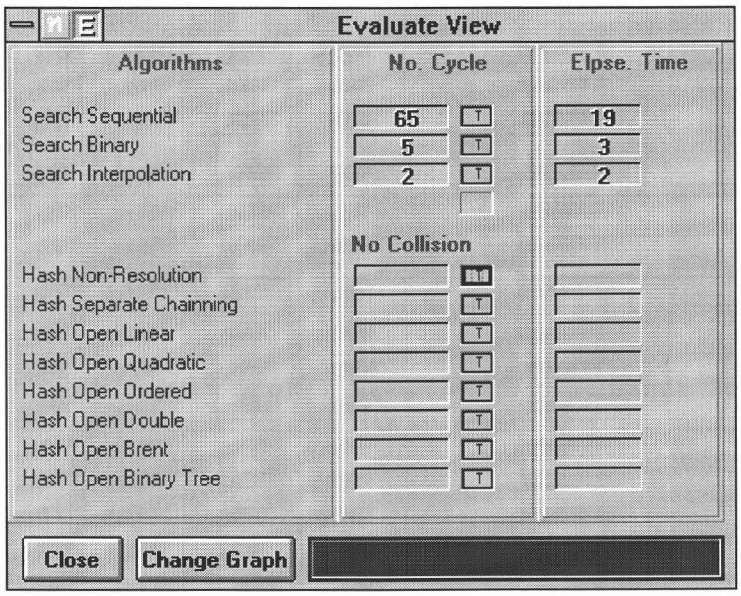
รูปที่ 5.15 แสดงการเปลี่ยนแปลงของมุมมองเมื่ออัลกอริทึมทำงาน

จากรูปที่ 5.15 แสดงอัลกอริทึมทั้งสามชนิดขณะทำค้นหาข้อมูลจะเห็นได้ว่าอัลกอริทึมแต่ละแบบมีพฤติกรรมในค้นหาข้อมูลแตกต่างกันไป เมื่ออัลกอริทึมเสร็จสิ้นการดำเนินการจะส่งข่าวสารไปยังภาคประสานผู้ใช้ โดยกลุ่มอัลกอริทึมค้นหาข้อมูลจะส่งข่าวสารจำนวนครั้งของการเปรียบเทียบ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดำเนินการจนเสร็จ กลุ่มอัลกอริทึมหาที่อยู่แบบแฮชจะส่งจำนวนครั้งของการชน เวลาที่ใช้ และค่าสเกลแกนตั้ง โดยเฉพาะค่าสเกลแกนตั้งเมื่อทุกอัลกอริทึมทำงานเสร็จระบบจะตรวจสอบว่าค่าสเกลแกนตั้งของอัลกอริทึมใดมีค่ามากที่สุด ก็จะนำค่าสเกลนั้นส่งเป็นเป็นข่าวสารให้ทุกอัลกอริทึมทราบพร้อมปรับปรุงภาพมุมมองกราฟ ให้มีสเกลแกนตั้งเป็นค่าดังกล่าวทุกอัลกอริทึมตามรูปที่ 5.16



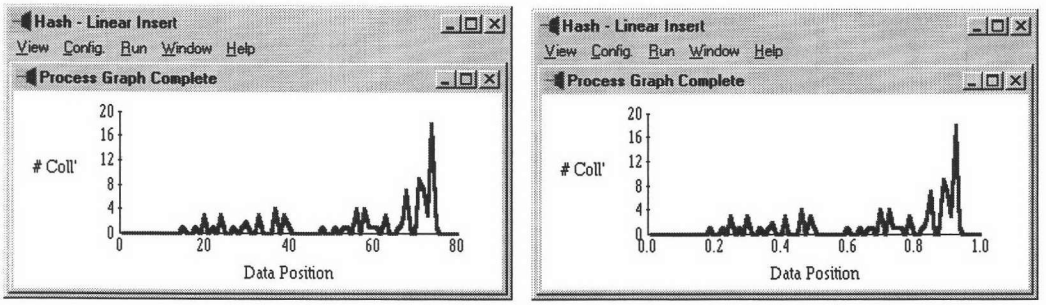
รูปที่ 5.16 แสดงการปรับสเกลแกนตั้งให้เท่ากันเมื่อเสร็จการดำเนินการ

ข้อมูลในส่วนอื่นจะไปบันทึกอยู่ในหน้าต่างสรุปผลการทำงาน **Evaluate Form** ผู้ใช้เรียกดูได้โดยใช้เมาส์กดที่สัญรูป และจะปรารกฏหน้าต่างตามรูปที่ 5.17



รูปที่ 5.17 แสดงหน้าต่างแสดงสรุปจำนวนการเปรียบเทียบ

จากรูปจะมีช่องตัวเลขทางซ้ายมือแสดง No. Cycle คือจำนวนครั้งของการเปรียบเทียบในอัลกอริทึมค้นหาข้อมูล และจำนวนครั้งของการชนในอัลกอริทึมการหาตำแหน่งที่อยู่แบบแฮช ส่วนช่องตัวเลขทางขวามือแสดงเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดำเนินการจนจบ และจะมีปุ่มด้านล่างมีข้อความ **Change Graph** ใช้เมื่อผู้ใช้เลือกอัลกอริทึมการหาตำแหน่งที่อยู่แบบแฮชเข้าทำงาน และให้มีมุมมองแบบกราฟเมื่ออัลกอริทึมดำเนินการเสร็จจากรูปที่ 5.18 (a) ผู้ใช้จะเห็นว่าสเกลแกนนอนแสดงตำแหน่งของข้อมูลแต่ละตัวที่เข้าทำงานจากตัวอย่างจะมีจำนวนข้อมูล 78 ข้อมูล จากภาพจะเห็นว่าข้อมูลตั้งแต่ตัวที่ 62 เริ่มมีการชนกันมาก ถ้ากดที่ปุ่ม **Change Graph** จะเปลี่ยนสเกลแกนนอนเป็นจำนวนข้อมูล/ขนาดตารางแทน (Loading Factor) ดังรูปที่ 5.18 (b) จะได้ว่าตำแหน่งที่ 62 จะมีสัดส่วนอยู่ประมาณ 0.8

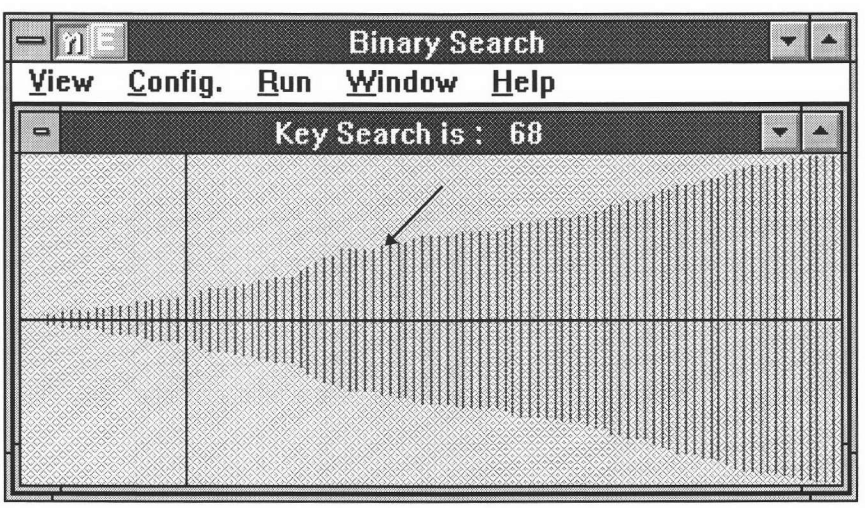


(a) (b)

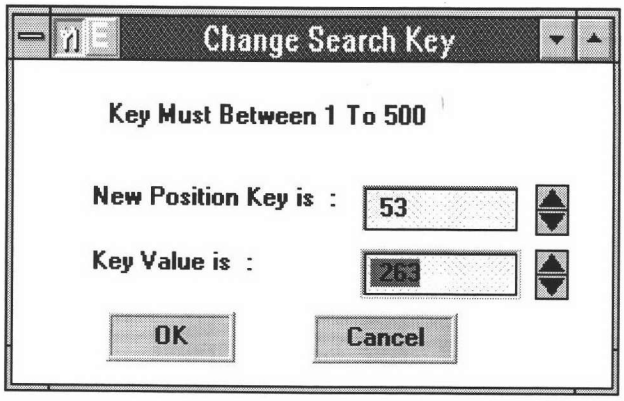
รูปที่ 5.18 แสดงสเกลแกนนอนระบุตำแหน่งข้อมูลและสัดส่วนข้อมูลต่อตาราง

ซึ่งถ้านำค่าสเกลแกนนอนที่เป็นสัดส่วนมาคูณด้วยร้อยก็จะหมายถึงเปอร์ของข้อมูลต่อขนาดตารางเพื่อใช้ในการศึกษาว่าเปอร์เซนจำนวนข้อมูลต่อตารางขนาดใดที่เหมาะสมกับการทำงานของอัลกอริทึมนั้น และถ้าผู้ใช้กดปุ่ม **Change Graph** ซ้ำก็จะทำการเปลี่ยนกลับ

หลังจากที่อัลกอริทึมได้ดำเนินการจนเสร็จสิ้นแล้วผู้ใช้สามารถทำการย้อนสถานะของมุมมอง กลับ ณ จุดตั้งต้นเพื่อทำการทดสอบใหม่ โดยการกดปุ่มที่มีสัญรูป และสามารถที่จะเปลี่ยนการทำงานของอัลกอริทึมที่ได้เลือกไว้ให้เป็นอัลกอริทึมแบบอื่นได้ อีกทั้งยังสามารถเปลี่ยนตำแหน่งของการหาข้อมูลได้โดยใช้เมาส์คลิกลงในมุมมองแบบจุดหรือแบบแท่งในตำแหน่งที่ต้องการ ก็จะปรากฏหน้าต่างยืนยันการเปลี่ยนตำแหน่งการค้นหาและในหน้าต่างนี้ก็สามารถแก้ไขตำแหน่งได้อีกตามรูปที่ 5.19 เป็นค้นหาข้อมูลในตำแหน่งที่ 20 โดยมีค่าข้อมูลเท่ากับ 68 เมื่อผู้ใช้คลิกเมาส์ในแท่งข้อมูลที่ตำแหน่งที่ 53 ตามลูกศรชี้ จะปรากฏหน้าต่างการกำหนดตำแหน่งดังรูปที่ 5.20



รูปที่ 5.19 แสดงการใช้เมาส์คลิกในมุมมองเพื่อกำหนดตำแหน่งการค้นหา

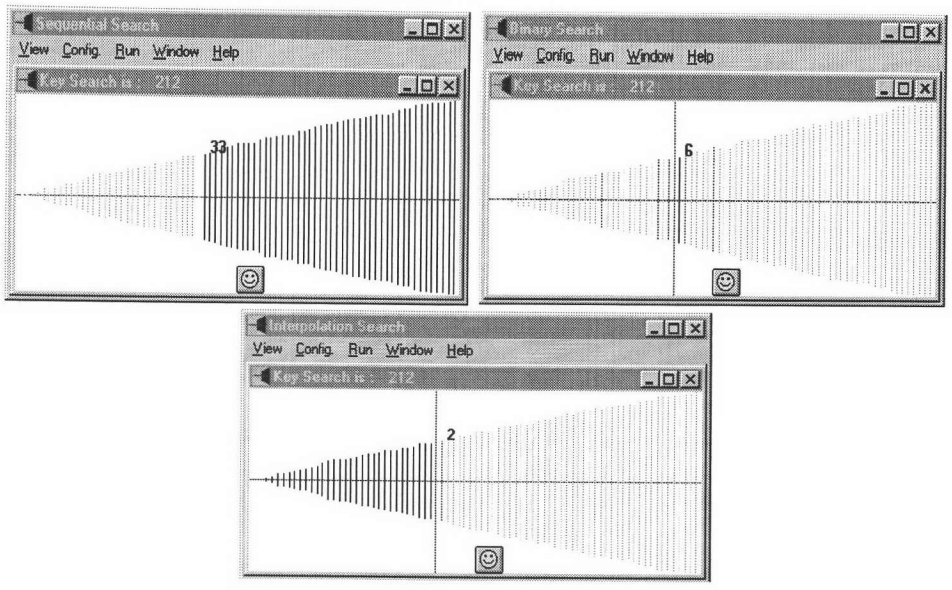


รูปที่ 5.20 แสดงหน้าต่างกำหนดตำแหน่งค้นหาข้อมูล

ในหน้าต่างนี้ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนตำแหน่งได้อีก หรือยืนยันตำแหน่งที่ใช้เมาส์คลิก ถ้าผู้ใช้ยืนยันจะทำให้เส้นระบุตำแหน่งไปปรากฏอยู่ที่ตำแหน่งที่ 53 แทน ทำให้ผู้ใช้สามารถทดสอบการหาข้อมูลในตำแหน่งต่างๆได้เพื่อดูประสิทธิภาพในการค้นหาแต่ละตำแหน่ง

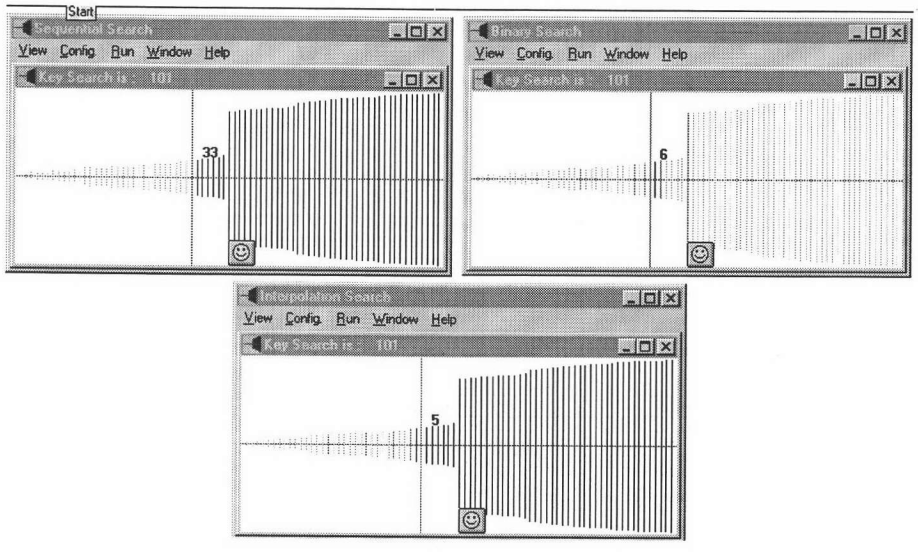
สรุปผลการทดสอบโปรแกรม

หลังจากที่ได้ทดสอบระบบจินตทัศน์อัลกอริทึม ทั้งในส่วนค้นหาข้อมูลและการหาที่อยู่แบบแฮชตามขั้นตอน จะเห็นได้ว่าระบบสามารถช่วยให้ผู้ที่ต้องการศึกษาในตัวอัลกอริทึมค้นหาข้อมูลและการหาที่อยู่แบบแฮช ได้เห็นขบวนการทำงานของอัลกอริทึมได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะไม่สามารถจินตนาการได้เลยถ้าใช้วิธีการติดตามการทำงานบนกระดาษ มุมมองแบบต่างๆจะสามารถอธิบายรูปแบบการทำงานของค้นหาข้อมูลและการหาตำแหน่งที่อยู่แบบแฮชแต่ละชนิดการจินตทัศน์หลายๆอัลกอริทึมในเวลาเดียวกัน ทำให้ผู้ศึกษาสามารถทำการเปรียบประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึมได้อย่างชัดเจน ตลอดจนความสามารถในการสร้างข้อมูลขาเข้าในลักษณะสุ่มหรือสร้างเองโดยผู้ใช้ทำให้ได้ข้อมูลหลายลักษณะซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพของอัลกอริทึม ตัวอย่างหนึ่งของการศึกษาทดลอง เมื่อใช้อัลกอริทึมค้นหาข้อมูลแบบทวิภาค แบบเรียงลำดับ และแบบประมาณค่า เมื่อใช้ข้อมูลแบบสุ่มปรกติข้อมูลมีการกระจายจากขอบเขตล่างไปขอบเขตบน ผลที่ได้โดยรวมแล้ว ค้นหาข้อมูลแบบประมาณค่าจะดีที่สุดเสมอตามรูปที่ 5.21

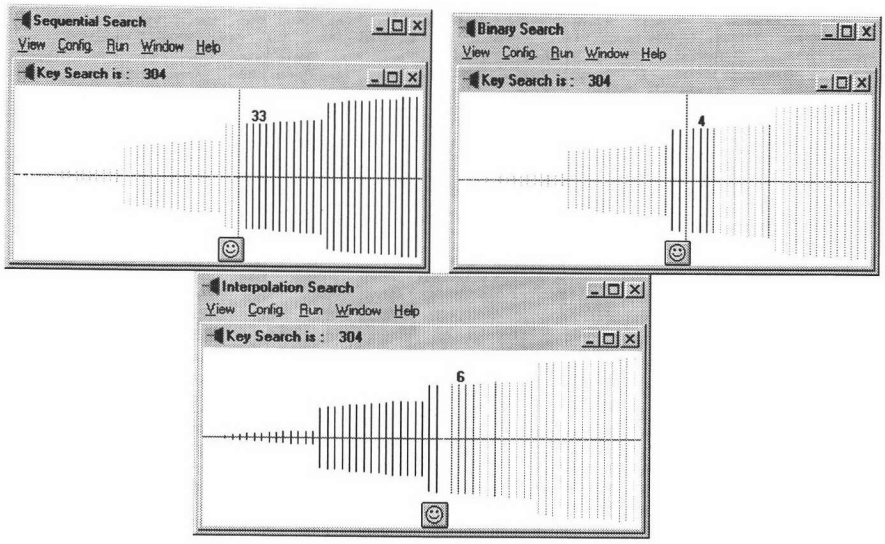


รูปที่ 5.21 แสดงการทดสอบเมื่อข้อมูลกระจายแบบสุ่ม

โดยที่ตัวเลขที่ปรากฏในภาพจะหมายถึงจำนวนครั้งของการเปรียบเทียบ และเมื่อทำการกำหนดข้อมูลแบบสุ่มในแบบแบ่งป็น 2 กลุ่ม หรือ 4 กลุ่มที่มีจำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่มเท่ากัน อัลกอริทึมค้นหาข้อมูลในแบบทวิภาคและประมาณค่าจะให้ผลโดยรวมที่ใกล้เคียงกัน คือบางครั้งอัลกอริทึมค้นหาข้อมูลแบบทวิภาคมีจำนวนครั้งการเปรียบเทียบน้อยกว่าแบบประมาณค่า บางครั้งอัลกอริทึมค้นหาข้อมูลแบบประมาณค่ามีจำนวนครั้งการเปรียบเทียบน้อยกว่าแบบทวิภาคตามรูปที่ 5.22 และรูปที่ 5.23

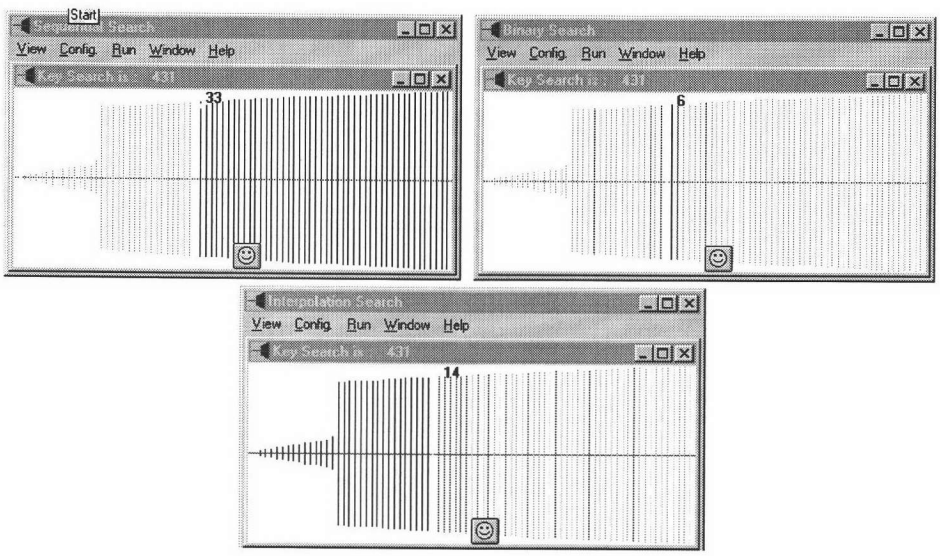


รูปที่ 5.22 แสดงการทดสอบเมื่อข้อมูลถูกแบ่งเป็นสองกลุ่ม



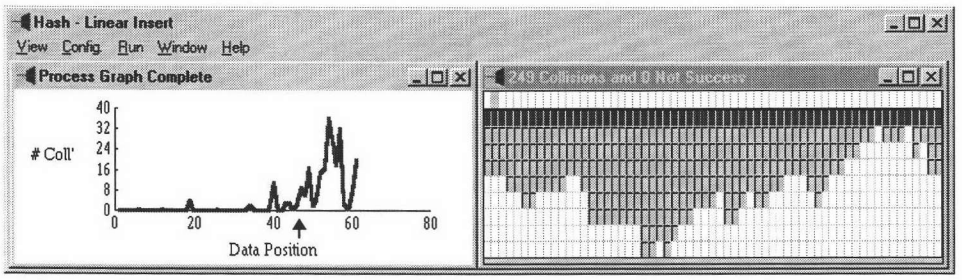
รูปที่ 5.23 แสดงการทดสอบเมื่อข้อมูลถูกแบ่งเป็นสี่กลุ่ม

แต่ถ้าข้อมูลถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งมีจำนวนข้อมูลน้อย อีกกลุ่มหนึ่งมีจำนวนข้อมูลมาก ตามรูปที่ 5.24 และรูปที่ 5.25 โดยที่ค่าของข้อมูลก็มีความแตกต่างกันด้วย ตัวอย่างถ้ามีนักศึกษา 1000 คน ใน 100 คนแรกมีรหัสขึ้นต้นด้วย 1XXXX ส่วนกลุ่มที่สองมีจำนวน 900 คนจะมีรหัสขึ้นต้นด้วย 9XXXX เมื่อทำการทดสอบจะปรากฏว่าอัลกอริทึมแบบประมาณค่ามีประสิทธิภาพในการประมาณค่าที่ต่ำลงมาก ซึ่งถ้าข้อมูลมีลักษณะเช่นนี้จะทำให้การหาค่าที่ต้องการในแบบทวิภาคมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า สาเหตุหนึ่งที่พบก็คือค้นหาข้อมูลในแบบทวิภาคจะหาตำแหน่งโดยนำจำนวนข้อมูลมาคำนวน ในขณะที่แบบประมาณค่าจะมีการนำค่าของข้อมูลมาทำการคำนวนด้วย เมื่อค่าข้อมูลไม่ได้มีการกระจายแบบปรกติทำให้การคำนวนเกิดความผิดพลาดขึ้น

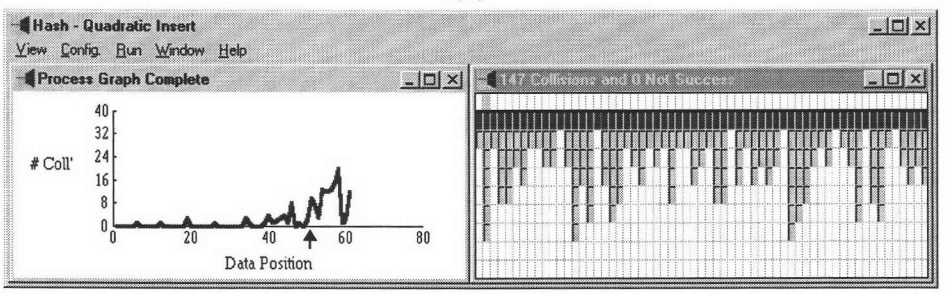


รูปที่ 5.24 แสดงการทดสอบเมื่อข้อมูลถูกแบ่งเป็นสองกลุ่มปริมาณข้อมูลต่างกัน

ในส่วนของการทดสอบอัลกอริทึมการหาตำแหน่งที่อยู่แบบแฮชดังรูปที่ 5.25



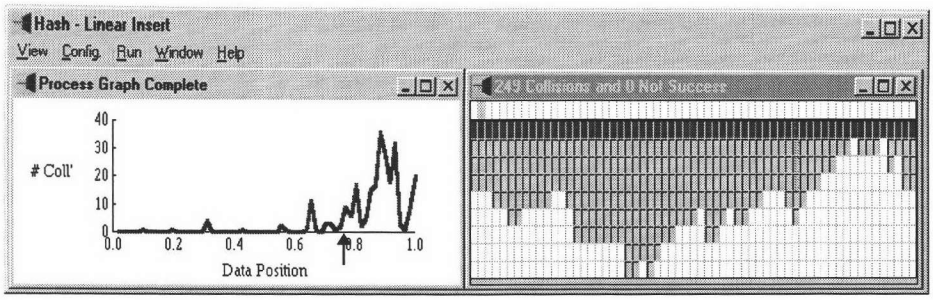
(a)



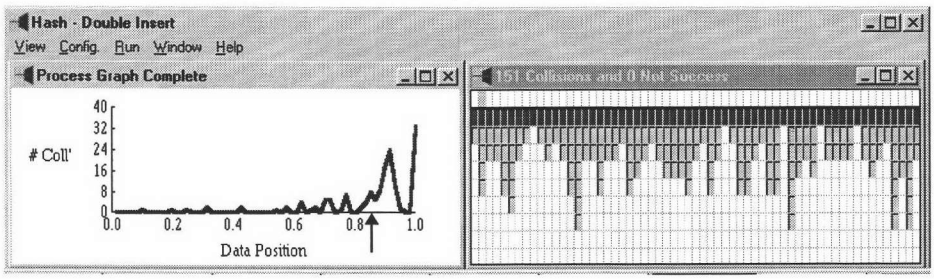
(b)

รูปที่ 5.25 เปรียบเทียบการหาตำแหน่งที่อยู่แบบเชิงเส้นและแบบกำลังสอง

ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบการทำงานของอัลกอริทึมการหาตำแหน่งที่อยู่แบบแฮชเมื่อเกิดการชนหรือซ้ำตำแหน่งจะหาตำแหน่งที่อยู่ใหม่ในแบบเชิงเส้น (Linear) รูปที่ 5.25 (a) และในแบบกำลังสอง (Quadratic) รูปที่ 5.25 (b) เมื่อดูจากภาพที่เป็นมุมมองแบบตารางจะเห็นว่าในแบบเชิงเส้นจะมีลักษณะของการเกาะกลุ่มของข้อมูลหรือเรียกว่า Cluster ซึ่งถึงว่าเป็นการจัดเก็บที่ไม่ดี ส่วนแบบกำลังสองจะมีการกระจายของการจัดเก็บที่ดีกว่า ในส่วนมุมมองแบบกราฟซึ่งแสดงถึงตำแหน่งของข้อมูลที่เข้าทำงานมีการชนกันมากน้อยเพียงใดก่อนที่จะสามารถหาตำแหน่งที่อยู่ได้จากภาพที่ใช้จำนวนข้อมูลเท่ากับขนาดของตารางคือ 61 จะเห็นว่าในแบบเชิงเส้นข้อมูลลำดับที่ 45 เป็นต้นไปเริ่มมีการชนกันมากขึ้นเรื่อยๆในขณะที่ในแบบกำลังสองจะเริ่มมีการชนกันมากที่ตำแหน่งข้อมูล 50 เป็นต้นไปและมีจำนวนครั้งของการชนก่อนหาตำแหน่งได้น้อยกว่าแบบเชิงเส้นด้วยโดยดูได้จากสเกลแกนตั้ง ซึ่งจะหมายถึงประสิทธิภาพในการหาตำแหน่งที่อยู่เมื่อเกิดการชนกันในแบบกำลังสองจะดีกว่าเพราะจะมีจำนวนเฉลี่ยของการชนกันก่อนที่จะหาตำแหน่งได้น้อยกว่าและลักษณะของการหาตำแหน่งที่อยู่ไม่เกิดการเกาะกลุ่มด้วย ส่วนในรูปที่ 5.26 จะเป็นเปรียบเทียบระหว่างแบบเชิงเส้นกับแบบการใช้ฟังก์ชันแฮชสองครั้งผลที่ได้จะมีลักษณะคล้ายกับผลในการเปรียบเทียบแบบเชิงเส้นกับแบบกำลังสองคือแบบใช้ฟังก์ชันแฮชสองครั้งจะมีการกระจายการจัดเก็บที่ดีกว่าและจำนวนของการชนจะเกิดขึ้นน้อยกว่าด้วย



(a)

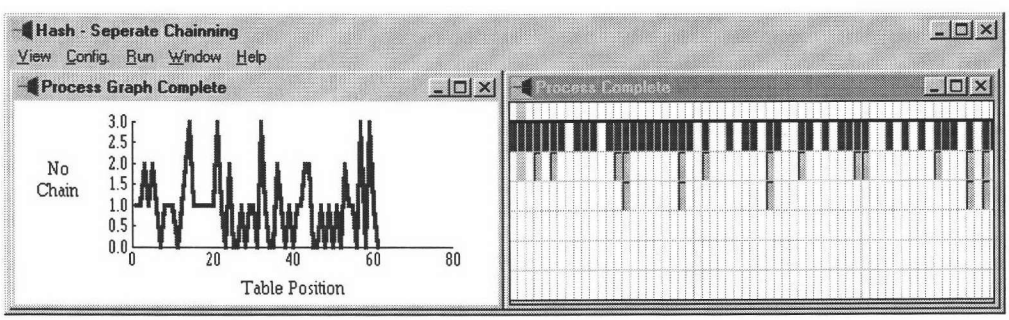


(b)

รูปที่ 5.26 เปรียบเทียบการหาตำแหน่งที่อยู่แบบเชิงเส้นและแบบแฮชสองครั้ง

ในส่วนกราฟก็ทำการเปลี่ยนสเกลแกนนอนให้เป็นอัตราส่วนจำนวนข้อมูล/ขนาดตาราง (Loading Factor) เพื่อจะดูได้ชัดเจนยิ่งขึ้นว่าสัดส่วนจำนวนข้อมูล/ขนาดตารางเท่าใดที่มีการจัดลงในตารางได้โดยมีการชนกันน้อยครั้ง ซึ่งถ้านำสัดส่วนคูณด้วยร้อยก็จะเป็นเปอร์เซนข้อมูล/ขนาดตาราง จากรูปจะได้ว่าในแบบเชิงเส้นถ้าข้อมูลมีจำนวน 75% จะมีการชนที่น้อยครั้งในขณะที่แบบใช้ฟังก์ชันแฮชสองครั้งจะอยู่ที่ 85% จากการทดสองทั้งกรณีจะได้ว่าการแก้ปัญหาการชนกันในแบบกำลังสอง และในแบบใช้ฟังก์ชันแฮชสองครั้ง จะให้ผลที่ใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบกับแบบเชิงเส้นทั้งในการกระจายการจัดเก็บและอัตราการชนเฉลี่ยก่อนที่จะหาตำแหน่งที่อยู่ได้

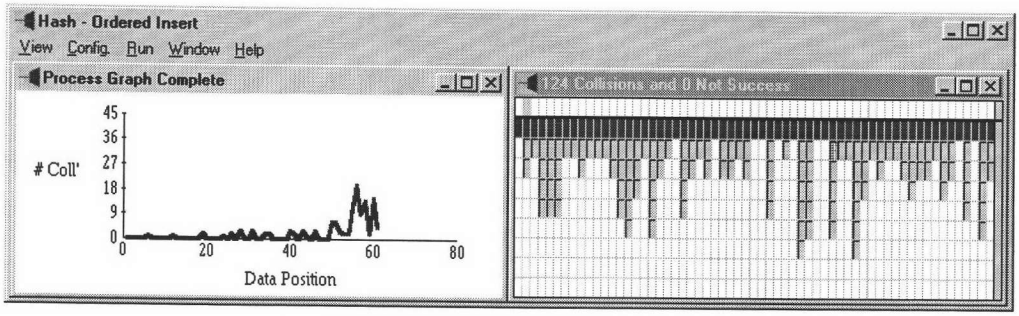
ในส่วนการแก้ปัญหาการชนกันด้วยวิธีรายการโยงลูกโซ่ จะไม่มีการคำนวนเพื่อหาตำแหน่งใหม่แต่จะนำตำแหน่งซ้ำต่อกันเป็นรายการโยง



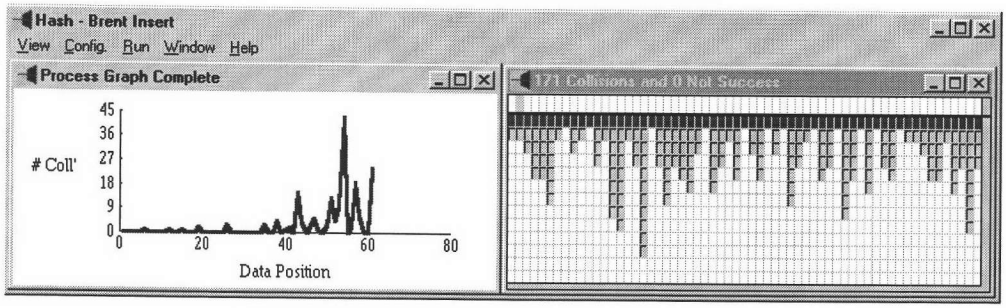
รูปที่ 5.27 แสดงมุมมองกราฟและตารางของการหาที่อยู่แบบแฮชโดยใช้รายการโยง

ในมุมมองแบบตารางตามรูปที่ 5.27 แถวแรกใช้เพื่อระบุว่ามีการคำนวนแล้วได้ตำแหน่งในตารางตำแหน่งใด ตำแหน่งแรกของตารางจริงจะเริ่มที่แถวที่สอง จะเห็นว่าตำแหน่ง

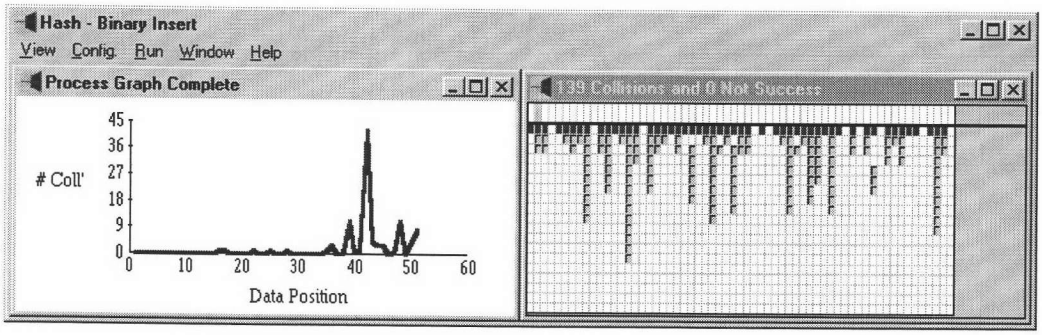
แรกของแต่ละแนวตั้งเป็นตัวแทนตำแหน่งในตารางแฮชส่วนตำแหน่งที่ต่อท้ายจะเป็นตำแหน่งของแต่ละรายการโยง ส่วนมุมมองแบบกราฟสเกลแนวนอนจะแทนตำแหน่งในตารางแฮชจากรูปจะเห็นว่าสเกลแนวนอนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 80 แต่กราฟจะสิ้นสุดที่ตำแหน่ง 60 นั่นคือตำแหน่งในตารางจะมีเพียง 60 ตำแหน่ง และสเกลแนวตั้งจะแทนจำนวนของรายการโยงในแต่ละตำแหน่งของตารางแฮช ตามรูปจะเห็นว่าสามารถสังเกตเห็นจำนวนรายการโยงได้จากมุมมองกราฟได้ดีกว่าแบบตาราง เช่นจะเห็นว่ามีรายการโยงที่มีความยาวของรายการโยงเท่ากับสามอยู่ 5 ตำแหน่ง



รูปที่ 5.28 แสดงมุมมองกราฟและตารางของการหาที่อยู่แบบแฮชด้วยวิธีจัดลำดับ



รูปที่ 5.29 แสดงมุมมองกราฟและตารางของการหาที่อยู่แบบแฮชด้วยวิธีเบรน



รูปที่ 5.30 แสดงมุมมองกราฟและตารางของการหาที่อยู่แบบแฮชด้วยวิธีจัดแบบต้นไม้ทวิภาค

จากรูปที่ 5.28, 5.29 และ 5.30 เป็นการแสดงผลของอัลกอริทึมการหาตำแหน่งที่อยู่แบบแฮช โดยแก้ปัญหาการชนด้วยวิธีจัดลำดับ แบบเบรน และแบบจัดต้นไม้ทวิภาค ทั้งสามแบบจะเป็นการใช้ฟังก์ชันแฮชสองครั้งในการหาตำแหน่งที่อยู่ จากผลที่ได้จะเห็นว่าการหาตำแหน่งทั้งสามแบบให้ผลการกระจายของข้อมูลที่ดี แต่อาจให้ผลของการซ้ำตำแหน่งดีกว่าหรือไม่ดีกว่าแบบการใช้ฟังก์ชันแฮชสองครั้งปรกติ เพราะทั้งสามแบบนี้จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บที่ดีขึ้น เมื่อมีการค้นหาข้อมูลที่ต้องการจะลดจำนวนครั้งของการเปรียบเทียบเฉลี่ยลง นั่นคือสามารถค้นหาข้อมูลได้รวดเร็วขึ้น