สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้

AN ADAPTIVE SEARCH ALGORITHM

จักรี อึงคเดชา

ตรีรักษ์ เจียมวิโรจน์วงศ์

*Lw.
ว 234ข
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 82769
วัน,เดือน,ปี 23 ก.ค. 2551

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

ว195ข.24
ล.....
เ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AN ADAPTIVE SEARCH ALGORITHM

CHAKRI UNGKADACHA

TRIRAK JIAMVIROTVONG

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้
	AN ADAPTIVE SEARCH ALGORITHM
ชื่อนักศึกษา	นายจักรี อึงคเดชา 47050770
	นายตรีรักษ์ เจียมวิโรจน์วงศ์ 47050776
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วีระ บุญจริง

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประจำปีการศึกษา 2550

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณย์ อินทโกสุม ประธานกรรมการ	
อาจารย์สันธนะ อู่อุดมยิ่ง กรรมการ	
รองศาสตราจารย์ ดร.วีระ บุญจริง กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

(รองศาสตราจารย์ไพรบูลย์ พันธรักษ์พงษ์)
หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขออุทิศให้กับบิดา-มารดา และเพื่อนๆผู้เป็นกำลังใจมาโดยตลอด
จักรี

ขออุทิศให้กับสรรพสิ่งบนโลกใบนี้
ตรีรักษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้
ชื่อนักศึกษา	นายจักรี อึงคเดชา 47050770
	นายตรีรักษ์ เจียมวิโรจน์วงศ์ 47050776
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2550
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วีระ บุญจริง

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการพัฒนาขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ เพื่อใช้ในการค้นหาข้อมูล โดยการนำขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค และขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง มาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการค้นหาข้อมูล โดยจะพิจารณาจากการกระจายตัวของข้อมูลที่มีอยู่ ณ รอบที่ทำการค้นหา และทำการเลือกใช้ขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมระหว่างขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค และขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง ปัญหาพิเศษนี้ได้ทำการทดลองเพื่อหาความเหมาะสมของแนวความคิดของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้นี้ โดยใช้ชุดข้อมูลแบบสุ่ม ทั้งนี้ได้เปรียบเทียบขั้นตอนวิธีนี้ กับขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค และขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง ผลการทดลองพบว่า (1) ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้สามารถลดจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลได้ประมาณร้อยละ 71 เทียบกับขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค และ (2) ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้สามารถลดจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลได้ประมาณร้อยละ 3 เทียบกับขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	AN ADAPTIVE SEARCH ALGORITHM
Students	Mr.Chakri Ungkadacha 47050770
	Mr.Trirak Jiamvirotvong 47050776
Degree	Bachelor of Science
Department	Mathematics and Computer Science, Faculty of Science
Programme	Computer Science
Academic Year	2007
Advisor	Associate Professor Dr. Veera Boonjing

ABSTRACT

This special problem proposes a new Adaptive search algorithm. The new algorithm is a combination of Binary search algorithm and Interpolation search algorithm. For each search loop, it chooses appropriate method between Binary search and Interpolation search based on distribution of remaining search data. This project made experiments on random data sets to determine number of comparisons of 3 algorithms: Adaptive search algorithm, Binary search algorithm, and Interpolation search algorithm. The results show that (1) the Adaptive search algorithm can reduce approximately 71% on the number of comparisons of the Binary search algorithm and (2) the Adaptive search algorithm can reduce approximately 3% on the number of comparisons of the Interpolation search algorithm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำ คำชี้แจง ความรู้และความเอาใจใส่ จาก รศ.ดร.วีระ บุญจริง ในการปรับปรุงปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ศรัณย์ อินทโกสุม และอาจารย์สันธนะ อู่อุดมยิ่ง คณะกรรมการการสอบปัญหาพิเศษที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณบิดา-มารดา ที่ได้สนับสนุนด้านการศึกษาในระดับอุดมศึกษา อีกทั้งคอยดูแลและเป็นห่วงในเรื่องต่างๆเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

ขอขอบคุณสำหรับคุณงามความดีและประโยชน์อันใดที่เกิดขึ้นจากการทำปัญหาพิเศษนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบให้กับบิดา-มารดา อาจารย์ทุกท่านซึ่งเป็นที่เคารพยิ่ง ตลอดจนญาติพี่น้อง และเพื่อนๆทุกคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย i

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ii

กิตติกรรมประกาศ iii

สารบัญ iv

สารบัญรูป vi

สารบัญตาราง vii

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 สมมติฐาน 2

1.4 ขอบเขต 2

1.5 ส่วนประกอบ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 การค้นหาแบบทวิภาค 3

2.2 การค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง 5

2.3 การวัดประสิทธิภาพ 7

บทที่ 3 ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ 8

3.1 หลักการของวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ 8

3.2 ขั้นตอนวิธี 9

3.3 การเลือกค่าของ Adap 11

บทที่ 4 การทดลอง 15

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง 15

4.2 ข้อมูลทดลอง 15

4.3 การวัดผลการทดลอง 16

4.4 ผลการทดลอง 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 23

5.1 สรุป 23

5.2 ข้อเสนอแนะ 23

รายการอ้างอิง 25

ภาคผนวก ตารางแสดงผลการทดสอบขั้นตอนวิธี 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค 3
2.2 ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง.....5
3.1 ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ 9
3.2 ผลการทดลองการเลือกค่าของ Adap 11
4.1 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลอง ในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 100 19
4.2 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลอง ในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 1000 19
4.3 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลอง ในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 10000 20
4.4 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลอง ในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 100000 20
4.5 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลอง ในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 1000000 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลอง ในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 100 17
4.2 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลอง ในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 1000 17
4.3 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลอง ในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 10000 17
4.4 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลอง ในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 100000 18
4.5 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลอง ในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 1000000 18
4.6 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของ ขนาดข้อมูลทั้งหมดระหว่าง ขั้นตอน วิธีการ ค้นหาแบบทวิภาค และขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ 21
4.7 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของ ขนาดข้อมูลทั้งหมดระหว่าง ขั้นตอน วิธีการ ค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง และขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ขั้นตอนวิธีการค้นหา คือขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการค้นหาข้อมูลหนึ่งจากชุดข้อมูล โดยในขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบมีประสิทธิภาพที่เป็นที่นิยมได้แก่ ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค และขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง เป็นต้น

ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค เป็นขั้นตอนวิธีการค้นหาข้อมูลโดยเริ่มต้นค้นหาจากค่าที่อยู่ตรงกลางของชุดข้อมูลจากนั้น พิจารณาว่าข้อมูลที่ต้องการค้นหานั้นอยู่ที่ส่วนต้นหรือส่วนปลายของชุดข้อมูล การค้นหาครั้งต่อไปจะทำโดยการลดขนาดของข้อมูลลงอีกครึ่งหนึ่งของส่วนที่พบและทำเช่นนี้จนชุดข้อมูลเหลือข้อมูลเพียงตัวเดียว ก็จะได้ค่าที่ต้องการค้นหา

ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง เป็นการค้นหาโดยนำชุดข้อมูลที่มีมาทำการเข้าสูตรการคำนวณเพื่อหาค่าประมาณของตำแหน่งนั้นมาทำการตรวจสอบว่าเป็นค่าที่ต้องการค้นหาว่าตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ทำให้ขั้นตอนวิธีการค้นหาข้อมูลแบบประมาณค่าในช่วงมีจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลที่ดีกว่าขั้นตอนวิธีการแบบค้นหาแบบอื่นๆ แต่ถ้าค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของข้อมูลมีค่าห่างกันมากๆ จะทำให้จำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลเพิ่มมากขึ้น

ปัญหาพิเศษนี้จึงคิดขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ขึ้นมาเพื่อมาทำการปรับปรุงและทำให้ขั้นตอนวิธีการค้นหามีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการแก้ข้อด้อยของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบต่างๆที่ต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ โดยขั้นตอนวิธีใหม่จะพิจารณาจากการกระจาย ข้อมูลที่ยังไม่ได้ค้นหาเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการค้นหาระหว่างขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค และขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 สมมติฐาน

ในแต่ละรอบการค้นหาของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ จะช่วยลดจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลให้น้อยลงได้ในกรณีเฉลี่ย

1.4 ขอบเขต

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการศึกษาความเหมาะสมของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค และขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง กับข้อมูลแบบต่างๆ โดยวัดในรูปการกระจายข้อมูล แล้วนำการกระจายข้อมูลนั้นมาเป็นตัวกำหนดในการเลือก วิธีการค้นหาข้อมูลระหว่างขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค และขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง จากนั้นปัญหาพิเศษนี้จะทำการทดสอบจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีทั้ง 3 แบบ โดย ประเมินผล แล้วทำการทดลองกับชุดข้อมูลแบบสุ่มที่ขนาดต่างๆ

1.5 ส่วนประกอบ

ส่วนที่เหลือของปัญหาพิเศษนี้ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ บทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง บทที่ 3 กล่าวถึงขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลอง และบทที่ 5 กล่าวถึงสรุปผลและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 การค้นหาแบบทวิภาค

การค้นหาแบบทวิภาค มีการนำเสนอครั้งแรกโดย John Mauchly [8] หลักการของการค้นหาแบบทวิภาคสามารถเข้าใจได้ง่ายจากเรื่องการค้นหาเบอร์โทรจากชื่อในสมุดโทรศัพท์หาก เปิดดูรายชื่ออยู่ที่หน้าใดหน้าหนึ่ง จะสามารถบอกได้ทันทีว่า ชื่อที่ต้องการหานั้นอยู่ที่หน้าก่อนหรือหน้าหลังหน้าที่กำลังพิจารณาอยู่ โดยการใช้การเปรียบเทียบ

การค้นหาแบบทวิภาคขั้นตอนการค้นหาจะเริ่มต้นที่หน้ากลางก่อน จากนั้นพิจารณาว่ารายชื่อที่ต้องการค้นหานั้นอยู่ที่ส่วนต้นหรือส่วนปลายของสมุดโทรศัพท์ การเปรียบเทียบครั้งต่อไปจะทำโดยการลดขนาดของสมุดโทรศัพท์ลงอีกครึ่งหนึ่งของส่วนที่พบ และทำเช่นนี้จนลดขนาดของสมุดโทรศัพท์เหลือหนึ่งหน้าก็จะได้หน้าที่มีชื่อที่ค้นหา

```
Binary Search
        passing parameter array of data and number of search target.
        declare boolean found<-false,l<-0,r<-array.length,count<-0,mid<-0.
        while left less equal than right and not found do.
                find middle value of search target.
                increase the occurence counter.
                if current middle value is equal the search target then.
                        found<-true.
                else if current middle value is larger than the search target.
                        r<-mid-1.
                else if current middle value is less than the search target.
                        l<-mid+1.
                end if.
        end while.
        if current middle value is not equal the search target then.
                show "Not found" if search target not found.
        else
                show "Number" if search target.
        end if.
        show number of count for search target.
end Binary Search.
```

รูปที่ 2.1 ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2.1 กำหนดให้อาร์เรย์มีขนาด N เท่ากับ 15 โดยค่าที่อยู่ในอาร์เรย์เป็นเลขจำนวนเต็มที่ได้รับการเรียงลำดับแล้วมีข้อมูลดังนี้ โดยทำการค้นหาด้วยขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาคทำการค้นหาเลข 3 และ 25 ตามลำดับ

3	7	10	12	17	21	**25**	28	31	34	42	54	59	65	72

Mid = L+R/2

Mid คือ ค่ากลางที่ทำหารค้นหา

L คือ ขอบล่างหรือค่าตำแหน่งฝั่งซ้ายมือสุด

R คือ ขอบบนหรือค่าตำแหน่งฝั่งขวามือสุด

ทำการค้นหาเลข 3

ครั้งที่1 Mid = L+R/2 => 1+15/2 = 8

ตำแหน่งที่ 8 คือ 28 ; 3 < 28 เลือกฝั่งซ้ายมาคิด

ครั้งที่2 Mid = 1+7/2 = 4

ตำแหน่งที่ 4 คือ 12 ; 3 < 12 เลือกฝั่งซ้ายมาคิด

ครั้งที่3 Mid = 1+3/2 = 2

ตำแหน่งที่ 2 คือ 7 ; 3 < 7 เลือกฝั่งซ้ายมาคิด

ครั้งที่4 Mid = 1+1/2 = 1

ตำแหน่งที่ 1 คือ 3 ค้นหาพบเลข 3

ทำการค้นหาเลข 3 พบในการค้นหาครั้งที่ 4

ทำการค้นหาเลข 25

ครั้งที่1 Mid = L+R/2 => 1+15/2 = 8

ตำแหน่งที่ 8 คือ 28 ; 25 < 28 เลือกฝั่งซ้ายมาคิด

ครั้งที่2 Mid = 1+7/2 = 4

ตำแหน่งที่ 4 คือ 12 ; 25 > 12 เลือกฝั่งขวามาคิด

ครั้งที่3 Mid = 5+7/2 = 6

ตำแหน่งที่ 6 คือ 21 ; 25 > 21 เลือกฝั่งขวามาคิด

ครั้งที่4 Mid = 7+7/2 = 7

ตำแหน่งที่ 7 คือ 25 ค้นหาพบเลข 25

ทำการค้นหาเลข 25 พบในการค้นหาครั้งที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

การค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง ได้มีการนำเสนอครั้งแรกโดย W. W. Peterson [8] หลักการจะคล้ายกับการค้นหาคำในพจนานุกรม โดยปกติหากเราจะหาคำศัพท์เรามักจะใช้วิธีคาดคะเนว่าอยู่ส่วนใดของเล่ม เช่นคำว่า Animal น่าจะอยู่ไม่เกิน 1 ใน 4 ส่วนของเล่ม ซึ่งน่าจะทำให้เราพบพบคำศัพท์ได้รวดเร็วกว่าการค้นหาแบบการสุ่มหรือค้นหาแบบสุ่มหรือค้นหาทีละหน้า การค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง เป็นการค้นหาโดยใช้การประมาณค่า ในการค้นหาในครั้งถัดไปโดยจะคำนวณจากค่าขอบเขตบนและค่าขอบเขตล่าง โดยการค้นหาครั้งแรกจะทำการตรวจสอบค่าที่ต้องการค้นหาว่ามีค่าอยู่ในช่วงของข้อมูลหรือเปล่าถ้าข้อมูลที่ต้องการค้นหาอยู่นอกขอบเขตที่เราต้องการค้นหาจะหยุดการค้นหาทันทีแต่ถ้าข้อมูลที่เราต้องการค้นหาอยู่ในช่วงของข้อมูล จะทำการค้นหาในส่วนถัดไปโดย การค้นหาในครั้งถัดไปนั้นจะคำนวณจาก สูตรนี้

$$m = [i + (j - i) * (x - LO) / (HI - LO)]$$

จากสูตรเราจะได้ค่า m มาเพื่อหาค่า ณ ตำแหน่ง m หากค่าที่ตำแหน่ง m นั้นตรงกับค่าที่เราต้องการหาก็แสดงว่าเราค้นหาข้อมูลนั้นพบ

```
Interpolation Search

        passing parameter array of data and number of search target.
        declare i<-1.j<-position of last array,
                LO(lowerbound)<-value of array position i.
                HI(upperbound)<-value of array position j,m<-0,MID(middle)<-0.
        if lowerbound value is less than the search target then.
                return 0.
        end if.
        if upperbound larger equal than the search target then.
                i<-j.
        end if.
        while i less than j then.
                m<-[ i + (j-i)*(x-LO) / (HI-LO) ].
                MID(middle)<- value of array position m.
                if MID(middle) lager than the search target then.
                        i<-m+1.
                        lowerbound<-middle.
                else
                        j<-m.
                        upperbound<-middle.
                end if.
        increase the occurence counter.
        if value of array position i not equal the search target then
                i<-0.
        end if.
        end while.
        return i.
end Interpolation Search.
```

รูปที่ 2.2 ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2.2 กำหนดให้อาร์เรย์มีขนาด N เท่ากับ 15 โดยค่าที่อยู่ในอาร์เรย์เป็นเลขจำนวนเต็มที่ได้รับการเรียงลำดับแล้วมีข้อมูลดังนี้ โดยทำการค้นหาด้วยขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่า ในช่วงทำการค้นหาเลข 21

3	7	10	12	17	**21**	25	28	31	34	42	54	59	65	72

LO คือ ค่า ณ ตำแหน่งขอบเขตล่างที่เหลืออยู่

HI คือ ค่า ณ ตำแหน่งขอบเขตบนที่เหลืออยู่

mid คือ ค่ากลางที่ต้องการค้นหา

m คือ ตำแหน่งที่ได้จากการคำนวณ

ค้นหาเลข 21

ครั้งที่1 i = 1, j = n = 15, LO = a[i] = 3, HI = a[j] = 72

m = i + (j - i) * (x - LO) / (HI - LO)

= 1 + (15 - 1) * (21 - 3) / (72 - 3) = 4.65

mid = a[m] = a[4] = 12

เงื่อนไขถ้า x > Mid

i = m + 1 = 5

LO = Mid = 12

ครั้งที่2 i = 5, j = 15, LO = a[i] = 12, HI = a[j] = 72

m = i + (j - i) * (x - LO) / (HI - LO)

= 5 + (15 - 5) * (21 - 12) / (72 - 12) = 6

mid = a[m] = a[6] = 21

เงื่อนไขถ้า x < Mid

j = m = 6

HI = Mid = 21

ทำการค้นหาเลข 21 พบในการค้นหาครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การวัดประสิทธิภาพ

การวัดประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญต่อการทำงานวิจัย เนื่องจากเป็นสิ่งพิสูจน์ว่าการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานวิจัยนั้นประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานที่เปรียบเทียบประสิทธิภาพกับวิธีเดิมในปัญหาเดียวกัน การวัดประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีก็เช่นเดียวกัน ขั้นตอนวิธีที่ดีเมื่อนำมาสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้องใช้ทรัพยากรระบบและเวลาทำงานน้อยที่สุด แต่สำหรับปัญหาพิเศษนี้จะทำการวัดประสิทธิภาพในด้านเวลาการทำงานเท่านั้น ในส่วนนี้จึงกล่าวเฉพาะวิธีการวัดประสิทธิภาพด้านเวลาการทำงานเพียงอย่างเดียว

ในการวัดเวลาการทำงานของขั้นตอนวิธี สามารถทำได้โดยการสร้างโปรแกรมตามขั้นตอนวิธีที่ต้องการวัดผล แล้วนำไปทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์นับเวลาที่โปรแกรมนั้นเริ่มทำงานจนเสร็จสิ้น โดยเวลาที่โปรแกรมนั้นทำงานจะวัดจากจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละขั้นตอนวิธี แต่วิธีการนี้มีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้การวัดผลเกิดความคลาดเคลื่อน เช่น มีโปรเซสอื่นใช้ทรัพยากรร่วมอยู่ แพลตฟอร์มของระบบปฏิบัติการที่ใช้ทดลอง สถาปัตยกรรมของเครื่องที่ใช้ทดลองจึงต้องมีการควบคุมหรือกำหนดปัจจัยดังกล่าวอย่างเคร่งครัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้

ปัญหาพิเศษนี้ เป็นการพัฒนาขั้นตอนวิธีในการค้นหาข้อมูลแบบปรับตัวได้ เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้รวดเร็วมากขึ้นโดยค่าที่ได้จากการค้นหาข้อมูล จะเป็นจำนวนคำสั่งในการเปรียบเทียบข้อมูล

3.1 หลักการของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้

ในส่วน 2.1 และ2.2 จะอธิบายถึงขั้นตอนวิธีแบบต่างๆที่ใช้ในการค้นหาข้อมูล โดยขั้นตอนวิธีดังกล่าวจะมีวิธีขั้นตอนในการทำแตกต่างกันไปโดยการทำงานของขั้นตอนวิธีดังกล่าวนั้นจะทำงานในรูปแบบการค้นหาแบบเดิมในทุกรอบของกระบวนการของขั้นตอนวิธีนั้น โดยการทำงานของขั้นตอนวิธีดังกล่าวจะไม่สนใจในรูปแบบของข้อมูลที่ได้รับเข้ามาหรือคงเหลือในขณะนั้น ขั้นตอนวิธีดังกล่าวนั้นมีข้อเด่นและข้อด้อยสำหรับการค้นหาข้อมูลที่แตกต่างกัน

จากขั้นตอนวิธีที่กล่าวในส่วน 2.1 และ2.2 คณะผู้จัดทำจึงได้พัฒนาขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ขึ้น เพื่อให้รองรับข้อมูลหลากหลายประเภทและสามารถเลือกใช้วิธีการค้นหาข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลแต่ละประเภทในแต่ละรอบการทำงานได้

แนวคิดของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ แนวคิดนี้จะทำการตรวจสอบถึงข้อมูลที่ได้รับเข้ามาจาก ค่าต่ำสุดในชุดข้อมูล ค่าสูงสุดในชุดข้อมูล และจำนวนข้อมูล โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$Avg = ((Hi - Lo) / AllNum)$$

Avg = ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากสูตร

Lo = ค่า ณ ตำแหน่งขอบเขตล่างที่เหลืออยู่

Hi = ค่า ณ ตำแหน่งขอบเขตบนที่เหลืออยู่

AllNum = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

โดยที่ค่า Avg ที่หาได้นั้นจะนำไปทำการหาจำนวนหลักจะได้จำนวนหลักของค่าเฉลี่ย (AvgLength) แล้วนำไปหาค่าความแตกต่างความยาวของจำนวนหลัก(Adap) กับจำนวนหลักของค่าต่ำสุด (MinLength) จากสูตรนี้

$$Adap = AvgLength - MinLength$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะได้ค่าความแตกต่างระหว่างจำนวนหลักทั้งสองเพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกขั้นตอนการทำงานระหว่าง ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาคและขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

3.2 ขั้นตอนวิธี

รูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงคำสั่งพื้นฐานที่ใช้ในขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ โดยที่ชุดข้อมูลที่เข้ามาเป็นชุดข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็มและไม่ซ้ำกันแล้วทำการเรียงลำดับจากน้อยไปมากเพื่อทำการหาจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูล

```
AdaptiveInter Search

        passing parameter (number of search target, array of data and size of data).
        declare Integer Lo<-0,Hi<-colsize-1,Adap<-0,Minlength<-0,Mid<-0,count<-0,AllNum<-0,chk<-0,Avg<-0,AvgLength<-0.
                Double  d1<-0,d2<-0,d3<-0,d4<-0,d5<-0
                while (value of Lo less equal than number of search target)and(value of Hi more equal than target number) do.
                if (chk equal zero) then.
                        AllNum<-Hi + 1
                else
                        AllNum<-Hi - Lo
                end if.
                        if (AllNum equal than zero) then.
                                value of Mid<-value of Lo and out from the loop.
                        end if.
                Avg<-(value of Hi - value of Lo)/AllNum.
                        st<-casting Integer(value of Avg) is String.
                AvgLength<-length of String st.
                st<-casting Integer(value of Lo) is String.
                Minlength<-length of string st.
                Adap<-AvgLength - Minlength.
                if (value of Adap less than 2) then.
                        this work is Interpolation Search.
                else
                        this work is BinarySearch.
                        end if.
                increase chk.
        end while.
        if (value of Mid equal than number of search target) then.
                        printing of "Search Accept = " is value of Mid and printing of "Search Count = " is number of count.
                else
                printing of "Find Not Found" and printing of "Search Count = " is number of count.
        end if.
        end AdaptiveInter Search.
```

รูปที่ 3.1 ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้

ขั้นตอนที่ 1 รับชุดข้อมูลที่ส่งมาจากเมธอดหลัก ซึ่งข้อมูลที่ส่งมาเป็นชุดข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็มที่มีการเรียงลำดับ

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบเงื่อนไขการวนลูปถ้า ค่า arr[row][low] ที่ต้องการหา มีค่าน้อยกว่าเท่ากับค่า num และ ค่า arr[row][high] ต้องการมีค่ามากกว่าเท่ากับค่า num ถ้ามีค่าตรงตามเงื่อนไขจะเข้าวนลูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบเงื่อนไขว่า chk มีค่าเท่ากับ 0 หรือไม่

- ถ้าเท่ากับ 0 ให้ค่า allNum = high + 1 เนื่องจากตำแหน่งในใน ARRAY เริ่มต้นที่ 0 จึงต้องทำให้ค่าเท่ากับค่าตำแหน่งสูงสุด เพื่อใช้ในการหาค่าในสูตร

- ถ้าไม่เท่ากับ 0 ให้ค่า allNum = high – low เพื่อเก็บค่าขนาดทั้งหมดที่เหลือจากการทำรอบต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบเงื่อนไขว่า allNum มีค่าเท่ากับ 0 ไหมถ้าใช่จะทำการเปลี่ยนค่า arr[row][mid] เท่ากับ arr[row][low] และหลุดจากการวนลูป เนื่องจากถ้าค่า allNum เท่ากับ 0 แสดงว่าค่าที่ต้องการหาอยู่ในตำแหน่งนี้แล้วจะออกจากการวนลูป

ขั้นตอนที่ 5 เป็นการนำสูตรขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวมาใช้ โดยการหาค่า Avg จาก (Max – Min) / N แล้วนำมาหาค่าความยาวของค่า Avg กับความยาวของค่า Min โดยนำ AvgLenght – MinLenght จะเก็บค่าความต่างของตำแหน่งลงใน Adap

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบเงื่อนไขว่าค่า Adap น้อยกว่า 2 หรือไม่ โดยค่า Adap ที่ต้องน้อยกว่า 2 นั้นมาจากการทดลองในหัวข้อ 3.3 ซึ่งค่าที่ได้จากการทดลองค่า Adap < 2 และ Adap < 3 เป็นค่าที่ดีที่สุดจากการทดลอง

- ถ้า Adap น้อยกว่า 2 จะเลือกใช้การค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง และเพิ่มค่า count

- ถ้า Adap มากกว่าเท่ากับ 2 จะเลือกใช้การค้นหาแบบทวิภาค และเพิ่มค่า count เมื่อผ่านการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วงหรือการค้นหาแบบทวิภาคแล้วจะทำการเพิ่มค่า chk ทำไปเรื่อยจนเงื่อนไขในการวนลูปไม่ตรง

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบเงื่อนไขว่า arr[row][mid] = num หรือไม่

- ถ้า arr[row][mid] เท่ากับ num จะทำการแสดงค่าที่ค้นหา และแสดงจำนวนการเข้าถึงข้อมูล

- ถ้า arr[row][mid] เท่ากับ num จะทำการแสดงข้อความว่าหาไม่เจอ และแสดงจำนวนการเข้าถึงข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเลือกค่าของ Adap

จากขั้นตอนที่ 6 ในส่วน 3.2 การพิจารณาเลือกค่า Adap จะแสดงให้เห็นถึงผลการทดลองในรูปที่ 3.2

adap<1											
N_min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Data=100	5	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3.6
Data=100(	5	9	7	4	2	3	3	3	3	4	4.3
adap<2											
N_min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Data=100	4	3	3	3	4	3	3	3	2	2	3
Data=100(	3	2	5	3	2	2	3	3	2	3	2.8
adap<3											
N_min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Data=100	4	3	4	3	4	3	3	3	2	2	3.1
data=1000	3	2	5	3	2	2	4	4	3	3	3.1
adap<4											
N_min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Data=100	4	3	4	3	4	3	3	3	2	2	3.1
data=1000	3	2	5	3	4	2	4	4	3	3	3.3

รูปที่ 3.2 ผลการทดลองการเลือกค่าของ Adap

จากรูปที่ 3.2 แสดงให้เห็นถึงการทดลอง 10 ครั้ง ที่มีข้อมูลขนาด 100 ตัวและ 1000 ตัว เพื่อหาค่า Adap ที่เหมาะสมโดยได้ค่าดังนี้

- Adap < 1 ค่าเฉลี่ยในการค้นหาของข้อมูลขนาด 100 ตัวเท่ากับ 3.6 และค่าเฉลี่ยในการค้นหาข้อมูลขนาด 1000 ตัวเท่ากับ 4.3
- Adap < 2 ค่าเฉลี่ยในการค้นหาของข้อมูลขนาด 100 ตัวเท่ากับ 3 และค่าเฉลี่ยในการค้นหาข้อมูลขนาด 1000 ตัวเท่ากับ 2.8
- Adap < 3 ค่าเฉลี่ยในการค้นหาของข้อมูลขนาด 100 ตัวเท่ากับ 3.1 และค่าเฉลี่ยในการค้นหาข้อมูลขนาด 1000 ตัวเท่ากับ 3.1
- Adap < 4 ค่าเฉลี่ยในการค้นหาของข้อมูลขนาด 100 ตัวเท่ากับ 3.1 และค่าเฉลี่ยในการค้นหาข้อมูลขนาด 1000 ตัวเท่ากับ 3.3

จากตารางการทดลองด้านบนสรุปผลได้ว่าค่าเฉลี่ยในการค้นหาข้อมูลที่น้อยที่สุดที่ได้จากการทดลอง คือ Adap < 2 จึงได้นำค่านี้มาใช้ในการเลือกระหว่างการค้นหาแบบทวิภาคและการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 3.1 กำหนดให้อาร์เรย์มีขนาด N = 10 โดยค่าที่อยู่ในอาร์เรย์เป็นเลขจำนวนเต็มที่ได้รับการเรียงลำดับแล้วมีข้อมูลดังนี้ โดยทำการค้นหาด้วยขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ทำการค้นหาเลข 1000 และ 100000000 ตามลำดับ

1	10	100	**1000**	10000	100000	1000000	10000000	**100000000**	1000000000

Lo คือ ค่า ณ ตำแหน่งขอบเขตล่างที่เหลืออยู่

Hi คือ ค่า ณ ตำแหน่งขอบเขตบนที่เหลืออยู่

Avg คือ ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากสูตร

Avg = (Hi - Lo) / allNum

allNum คือ ค่าจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่เหลืออยู่

Adap คือ ค่าที่ได้จากสูตรขั้นตอนวิธีการแบบปรับตัว

St คือ ตัวอักษรที่ได้จากการจำนวนเต็มเป็นตัวอักษร

AvgLength คือ ค่าความยาวของจำนวนหลักของ Avg

MinLength คือ ค่าความยาวของจำนวนหลักของ Min

ทำการค้นหาเลข 1000

ครั้งที่1 Hi= a[9] = 1000000000, Lo = a[0] = 1, allNum = 9

Avg = (Hi- Lo) / allNum

= (1000000000 - 1) / 10

= 99999999

AvgLength = St.length(Avg) = 8

MinLength = St.length(Lo) = 1

Adap = AvgLength – MinLength

= 8 – 1 = 7

เงื่อนไขถ้า Adap >= 2 เลือก Binary Search ได้ตำแหน่งที่ 4 - 1 = 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่2 Hi = a[3] = 1000, Lo = a[0] = 1, allNum = 3

AvgLength = (Hi - Lo) / allNum

= (1000 - 1) / 3

= 333

AvgLength = St.length(Avg) = 3

MinLength = St.length(Lo) = 1

Adap = AvgLength – MinLength

= 3 – 1 = 2

เงื่อนไขถ้า Adap >= 2 เลือก Binary Search ได้ตำแหน่งที่ 1 + 1 = 2

ครั้งที่3 Hi = a[3] = 1000, Lo = a[2] = 100, allNum = 1

Avg = (Hi - Lo) / allNum

= (1000 - 100) / 1

= 900

AvgLength = St.length(Avg) = 3

MinLength = St.length(Lo) = 3

Adap = AvgLength – MinLength

= 3 – 3 = 0

เงื่อนไขถ้า Adap < 2 เลือก Interpolation Search ได้ตำแหน่งที่ 3

สามารถค้นหาค่า 1000 พบในการค้นหาครั้งที่ 3

ทำการค้นหาเลข 10000000

ครั้งที่1 Hi = a[9] = 1000000000, Lo = a[0] = 1, allNum = 9

Avg = (Hi - Lo) / allNum

= (1000000000 - 1) / 10

= 99999999

AvgLength = St.length(Avg) = 8

MinLength = St.length(Lo) = 1

Adap = AvgLength – MinLength

= 8 – 1 = 7

เงื่อนไขถ้า Adap >= 2 เลือก Binary Search ได้ตำแหน่งที่ 4 + 1 = 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่2 Hi = a[9] = 1000000000, Lo = a[5] = 100000, allNum = 4

Avg = (Hi - Lo) / allNum

= (1000000000 - 100000) / 4

= 249975000

AvgLength = St.length(Avg) = 9

MinLength = St.length(Lo) = 6

Adap = AvgLength – MinLength

= 9 – 6 = 3

เงื่อนไขถ้า Adap >= 2 เลือก Binary Search ได้ตำแหน่งที่ 7 + 1 = 8

ครั้งที่3 Hi = a[9] = 1000000000, Lo = a[8] = 100000000, allNum = 1

Avg = (Hi - Lo) / allNum

= (1000000000 - 100000000) / 1

= 900000000

AvgLenght = St.length(Avg) = 9

MinLength = St.length(Lo) = 9

Adap = AvgLength – MinLength

= 9 – 9 = 0

เงื่อนไขถ้า Adap < 2 เลือก Interpolation Search ได้ตำแหน่งที่ 8

สามารถค้นหาค่า 100000000 พบในการค้นหาครั้งที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลอง

ในปัญหาพิเศษนี้ให้ความสนใจกับการนำวิธีการค้นหาแบบปรับตัวไปใช้ในการค้นหาข้อมูล ในการแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของวิธีที่ได้ปรับปรุงนั้นจำเป็นต้องมี การทดลองกับข้อมูลที่เสมือนจริง และมีจำนวนมากเพียงพอเพื่อให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือ ในบทนี้จะอธิบายขั้นตอนการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ชุดข้อมูลที่ได้จากการสุ่ม และแสดงผลการทดลองออกมาในรูปแบบร้อยละและแผนภูมิ เพื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้กับวิธีการค้นหาดังกล่าวใน 2.1 และ 2.2

4.1 เครื่องมือที่ใช้ทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

1) ส่วนประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ทำการทดลองเป็นคอมพิวเตอร์ของห้องภาควิชา มีองค์ประกอบดังนี้

ก) แผงวงจรรวม(Mother Board)

ข) หน่วยประมวลผล(CPU)

ค) หน่วยความจำหลัก(RAM) 512 เมกะไบต์

ง) หน่วยความจำสำรอง(Disk Storage) ขนาด 40 กิกะไบต์

2) ส่วนประกอบทางด้านซอฟท์แวร์

ก) ระบบปฏิบัติการ Windows XP

ข) JDK 1.5.0_04

ค) ตัวโปรแกรม JCreator Pro 4.0

ง) โปรแกรมตารางการคำนวณ Microsoft Excel 2003

4.2 ข้อมูลทดลอง

ในส่วนที่ 2.1 จะกล่าวถึงการนำขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบต่างๆ ในการทำการค้นหาข้อมูล

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการทดลองนี้ จำลองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการสุ่มตัวเลขขึ้นมาแบ่งเป็น 5 ขนาดข้อมูลเป็นจำนวน n โดยที่ค่า n มีค่า 100, 1000, 10000, 100000, 1000000 และ ในแต่ละชุดข้อมูลจะทำการค้นหาค่าต่างๆ 4 ค่า ได้แก่ ค่าข้อมูลที่อยู่ในช่วงต้น ค่าข้อมูลที่อยู่ในช่วงกลาง ค่าข้อมูลที่อยู่ในช่วงปลาย และค่าข้อมูลที่ไม่พบในข้อมูล ทำให้ได้ค่าต่างในการค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งหมด 20 ค่า การที่ต้องทำการทดลองกับชุดข้อมูลที่มีขนาดต่างกันนี้ เพื่อที่จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมเมื่อขนาดของชุดข้อมูลเปลี่ยนไปในแบบต่างๆ

เนื่องจากการทดลองกับขนาดข้อมูลเดียวกันเพียงครั้งเดียว อาจให้ผลการทดลองที่ไม่ถูกต้องสำหรับการวัดผลในกรณีเฉลี่ย ปัญหาพิเศษนี้จึงทำการสุ่มข้อมูลขึ้นมาเพื่อทำการค้นหาใหม่ 30 ครั้ง แล้วหาค้ากรณีเฉลี่ยเพื่อให้ผลการทดลองนั้นมีความน่าเชื่อถือในกรณีเฉลี่ย โดยเหตุการณ์ในการสุ่มแต่ละครั้งจะเป็นอิสระต่อกัน ทำให้ข้อมูลแต่ละชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบเอกรูป (Uniform Distribution)

4.3 การวัดผลการทดลอง

ในปัญหาพิเศษนี้จะทำการทดลองโดยการนำขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง และ ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้มาสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วนำไปประมวลผลโดยใช้ตัวอย่างเดียวกัน ทำซ้ำในจำนวนตัวอย่างขนาดเท่ากับ 30 ครั้ง วัดผลรวมของขอบเขตการค้นหา และจำนวนการใช้คำสั่งเปรียบเทียบแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้วิเคราะห์ต่อไป

การวัดจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูล คือการนับจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูล ในปัญหาพิเศษนี้จะใช้วิธีใส่คำสั่งสำหรับการนับแทรกลงในบรรทัดหลังการทำงานของขั้นตอนวิธีต่างๆ แล้วนำโปรแกรมไปประมวลผล นำผลการนับคำสั่งของขั้นตอนวิธีทั้งสามวิธีมาใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการทดลองต่อไป

4.4 ผลการทดลอง

ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้นั้น จะทำการคำนวณหาขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมในการเลือกวิธีการทำการค้นหาในแต่ละรอบการทำงาน โดยแต่ละรอบการทำงานมีโอกาสเปลี่ยนแปลงขั้นตอนวิธีการค้นหาได้อยู่เสมอ ในการทดลองนี้จะทำการทดลองกับการค้นหาสามแบบ ได้แก่ ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ วัดประสิทธิภาพจากจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละขั้นตอนวิธี ซึ่งจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลจะบ่งบอกได้ถึงประสิทธิภาพเชิงเวลา ในส่วนถัดไปจะแสดงถึงผลการทดลองในรูปตารางและแผนภูมิเพื่อแสดงให้เห็นถึง ความแตกต่างในแต่ละขั้นตอนวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลองในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 100

Position\Algorithms	Binary	Interpolation	Adaptive
pos_min	5.73	2.50	2.46
pos_med	4.66	2.83	2.76
pos_max	5.83	2.26	2.30
pos_miss	7.00	2.00	2.00

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลองในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 1000

Position\Algorithms	Binary	Interpolation	Adaptive
pos_min	9.27	3.40	3.43
pos_med	9.00	3.03	2.97
pos_max	9.07	3.07	3.07
pos_miss	10.00	2.63	2.63

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลองในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 10000

Position\Algorithms	Binary	Interpolation	Adaptive
pos_min	11.97	3.27	3.27
pos_med	12.43	3.83	3.83
pos_max	12.57	2.77	2.73
pos_miss	13.60	3.63	3.63

82769
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลองในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 100000

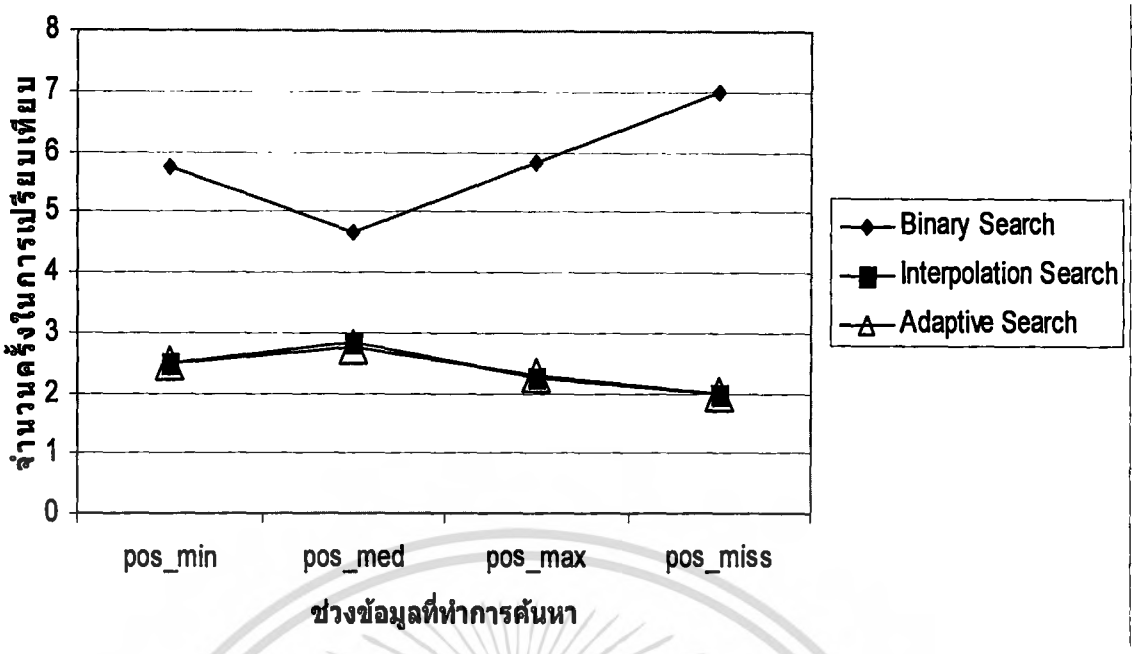
Position\Algorithms	Binary	Interpolation	Adaptive
pos_min	15.50	5.67	4.70
pos_med	15.27	6.30	4.97
pos_max	16.27	5.30	5.30
pos_miss	16.93	4.73	4.73

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลองในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 1000000

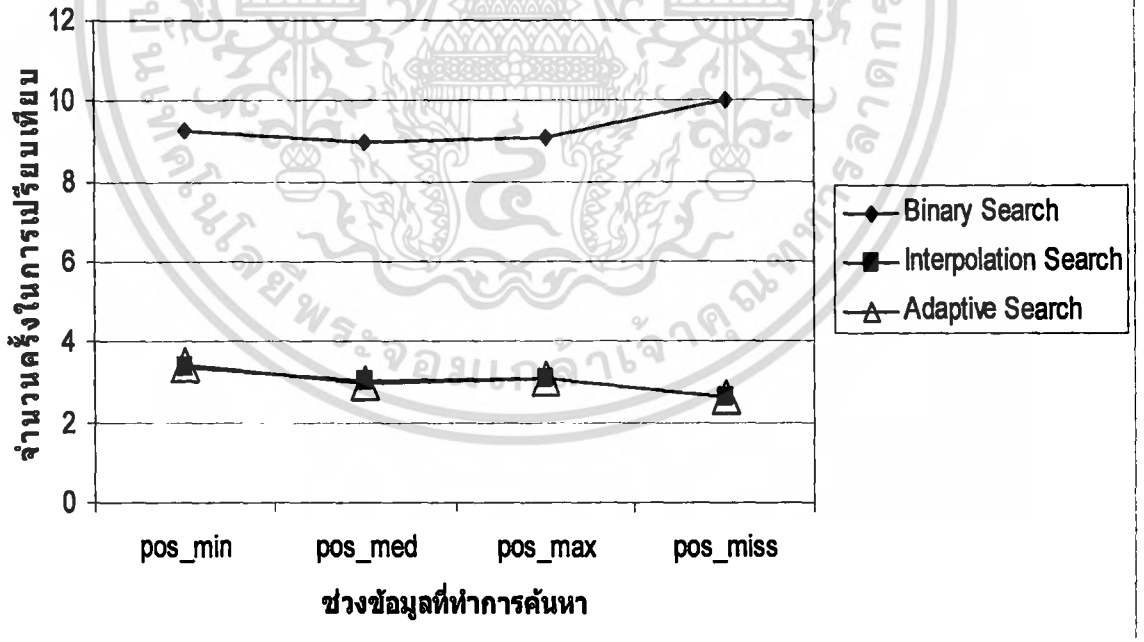
Position\Algorithms	Binary	Interpolation	Adaptive
pos_min	19.43	3.93	3.93
pos_med	18.43	4.53	4.37
pos_max	19.07	4.17	4.03
pos_miss	20.00	3.87	3.87

จากตารางที่ 4.1 ถึงตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละขั้นตอนวิธี ที่ขนาดข้อมูลต่างๆกัน ในรูปของตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

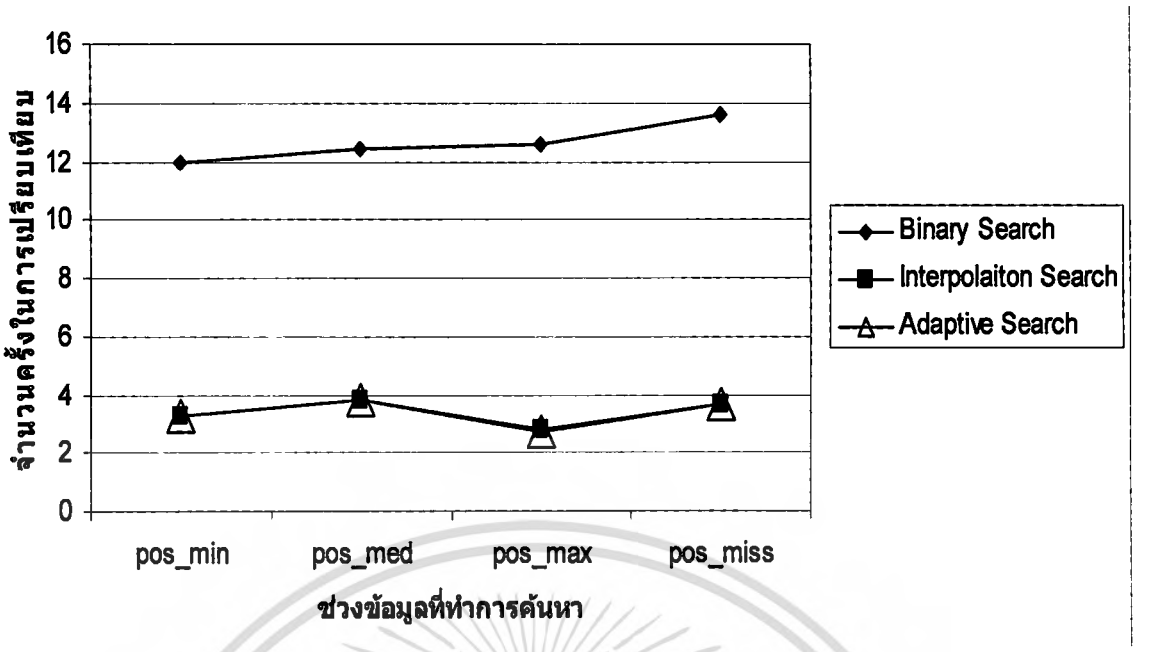


รูปที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลองในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 100

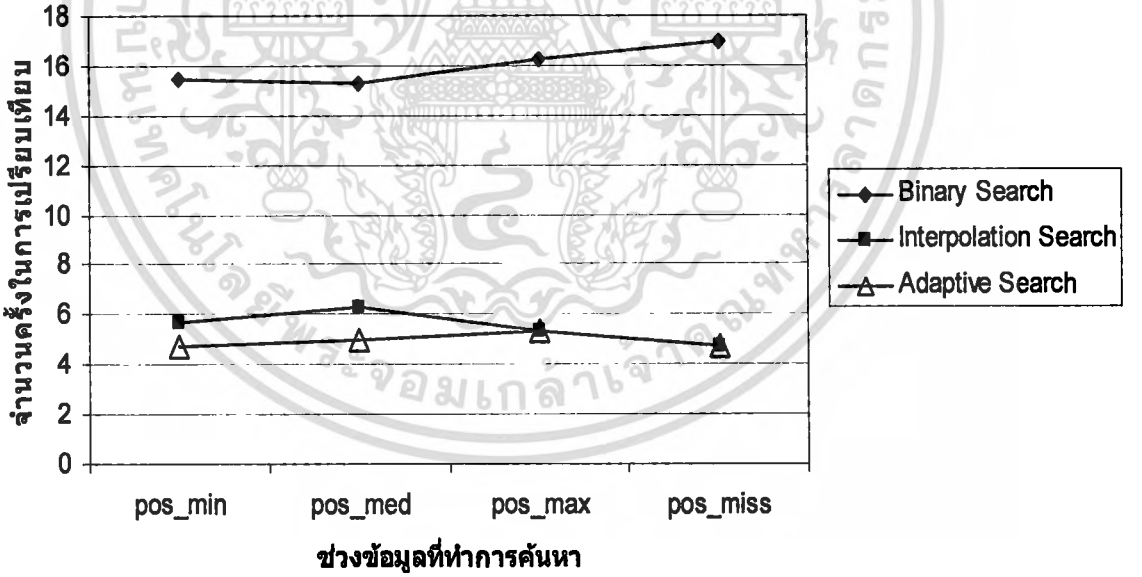


รูปที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลองในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 1000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

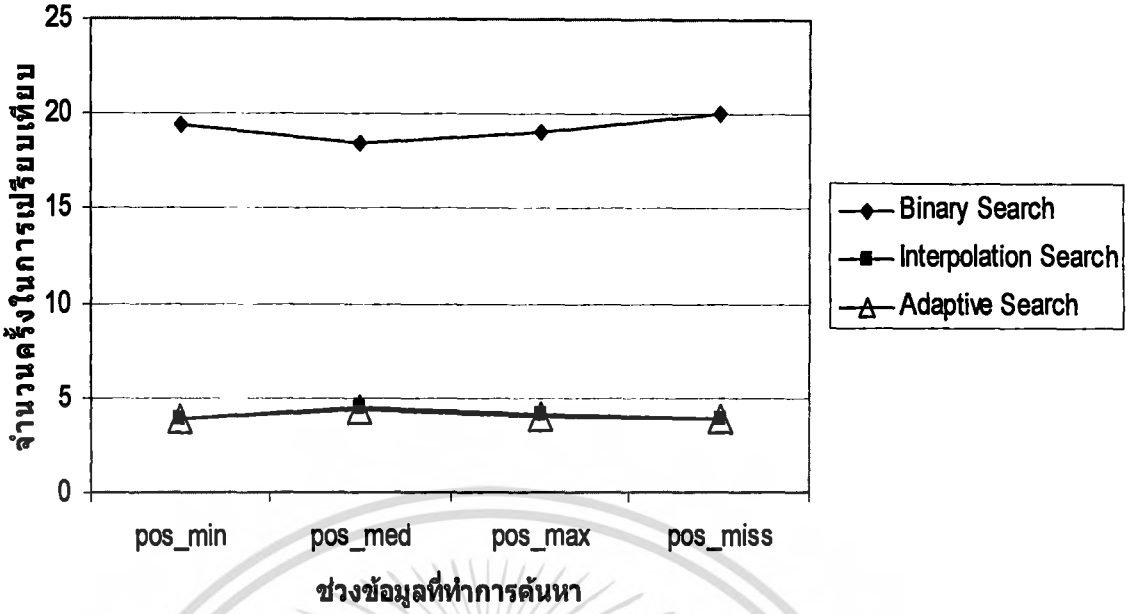


รูปที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลองในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 10000



รูปที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลองในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 100000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของขั้นตอนวิธีต่างๆ ที่ได้ทำการทดลองในแต่ละช่วงข้อมูลที่ ขนาดข้อมูล 1000000

จากรูปที่ 4.1 ถึง 4.5 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละขั้นตอน วิธีในรูปของแผนภูมิที่ขนาดข้อมูลต่างๆกัน

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของ ขนาดข้อมูลทั้งหมดระหว่าง ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค และขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้

N	Binary	Adaptive	ร้อยละ
100	5.81	2.38	59.04
1000	9.15	3.02	66.99
10000	12.64	3.37	73.34
100000	15.91	4.92	69.07
1000000	19.24	4.05	78.95
Total	12.55	3.55	71.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลรวมจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของทั้งสองวิธี จะเห็นได้ว่าที่จำนวนข้อมูลต่างกัน ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้จะสามารถลดจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลได้มากกว่าขั้นตอนวิธีการค้นหาทวิภาค สำหรับจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลในการทดลองทั้งหมด ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้จะสามารถลดจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลได้ร้อยละ 71.71 เทียบกับขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของ ขนาดข้อมูลทั้งหมดระหว่าง ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง และขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ และค่าร้อยละที่สามารถลดลงได้

N	Interpolation	Adaptive	ร้อยละ
100	2.40	2.38	0.71
1000	3.03	3.02	0.16
10000	3.37	3.37	0.24
100000	5.50	4.92	10.45
1000000	4.12	4.05	1.81
Total	3.68	3.55	3.68

ตารางที่ 4.7 ผลรวมจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของทั้งสองวิธี จะเห็นได้ว่าที่จำนวนข้อมูลต่างกัน ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้จะสามารถลดจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลได้มากกว่าขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง สำหรับจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลในการทดลองทั้งหมด ขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้จะสามารถลดจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลได้ร้อยละ 3.68 เทียบกับขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ปัญหาพิเศษนี้มีแนวคิดที่จะพัฒนาขั้นตอนวิธีในการค้นหาข้อมูลให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น โดยพิจารณาจากจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูล แต่ไม่ได้พิจารณาถึงประสิทธิภาพในด้านอื่นๆ เช่น ความเร็วในการประมวลผล

การพัฒนาขั้นตอนวิธีในการค้นหาของข้อมูลประเภทตัวเลขจำนวนเต็ม จำเป็นต้องอาศัยความรู้ในเรื่องการค้นหาแบบต่างๆ ซึ่งในปัญหาพิเศษนี้ประเภทในการค้นหาที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลทั้งขั้นตอนวิธีการค้นหาข้อมูลแบบทวิภาคและขั้นตอนวิธีการค้นหาข้อมูลแบบประมาณค่าในช่วง เพื่อนำมาใช้ในการเปรียบเทียบกับขั้นตอนวิธีที่ทำการพัฒนาขึ้น ซึ่งขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นนั้นเป็นการนำขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาคมาประยุกต์ใช้กับขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วงโดยใช้หลักการปรับตัวได้ของข้อมูล เพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้ โดยหลักการพิจารณาของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้จะพิจารณาเลือกขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบใดนั้นจะขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของข้อมูลเป็นหลัก

วิธีการวัดประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้นในปัญหาพิเศษนี้ พิจารณาจากจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูล ซึ่งจากผลการทดลองจะแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้จะสามารถลดจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลได้ประมาณร้อยละ 71 เมื่อเทียบกับขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาคและสามารถลดจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลได้ประมาณร้อยละ 3 เมื่อเทียบกับขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้สามารถลดจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลได้เมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนวิธีที่ทำการศึกษาได้จริง

5.2 ข้อเสนอแนะ

ปัญหาพิเศษนี้ไม่ได้พัฒนาประสิทธิของขั้นตอนวิธีในด้านอื่นๆ นอกจากด้านจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลที่น้อยกว่าและไม่ได้ทำการทดสอบกับขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบอื่นนอกจากขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาคและขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง ผู้ที่ทำการพัฒนาต่อสามารถนำไปพัฒนาขั้นตอนวิธีให้ทำงานให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัญหาพิเศษนี้ใช้ชุดข้อมูลตัวเลขจำนวนเต็มแบบสุ่มที่จำลองด้วยโปรแกรมภาษาจาวามาทำการทดลองและยังไม่ได้นำไปใช้กับชุดข้อมูลจริงที่เป็นมาตรฐาน จึงเป็นการดีหากนำเอาขั้นวิธีการค้นหาที่ได้พัฒนาไปทดลองวัดประสิทธิภาพกับชุดข้อมูลมาตรฐานแบบอื่นๆ ซึ่งอาจจะให้ข้อสรุปที่แตกต่างจากการใช้ชุดข้อมูลแบบสุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอ้างอิง

[1] จรัสเดช ชัชวาลย์. ขั้นตอนวิธีอินเตอร์เซกชันแบบเอสวีเอสโดยใช้การข้าม. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2550

[2] ธนิดา เรืองสวัสดิ์, บราลี จันทนาวิวัฒน์ และภูริชา หิรัญยูปกรณ์. อัลกอริธึมแบบปรับแต่งค่าระยะห่าง ระหว่างข้อมูลสำหรับคลัสเตอร์ริ่งแบบลำดับชั้น. ปริญญานิพนธ์ วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2549

[3] สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล. **การออกแบบและวิเคราะห์อัลกอริธึม.** ปทุมธานี:งานประชาสัมพันธ์ และมัลติมีเดีย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.2545.

[4] Baeza-Yates, R.A. Salinger, A. "Experimental Analysis of a Fast Intersection Algorithm for Sorted Sequences." **In Proceedings of 12th International Conference on String Processing and Information Retrieval, SPIRE,** 2005. pp.13-24.

[5] Barbay, J. López-Ortiz, A. and Lu. T. "Faster adaptive set intersections for text searching." **In Alvarez, C., Serna, M.J, Experimental Algorithms, 5th International Workshop, WEA. Volume 4007 of LNCS,** Springer. 2006. pp.146-157.

[6] Barbay, J. López-Ortiz, A. and Lu. T. and Salinger. A. "Faster Set Intersection Algorithms for Text Searching." **University of Waterloo Technical Report.** CS-2007-13. 2007.

[7] Demaine, E.D. Jones, T.R. and Mihai Patrascu. "Interpolation search for non-independent data." **In proceedings of the 15th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, SODA,** 2004. pp.529-530.

[8] Knuth, D.E. **The Art of Computer Programming**, vol.3, Addison-Wesley,1968.

[9] Wikipedia. The free encyclopedia. **"Interpolation search"** [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Interpolation_search. August 2007.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางการแสดงผลการทดสอบขั้นตอนวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนับจำนวนครั้งในการค้นหา(จำนวนข้อมูลตัวอย่าง 30 ชุดข้อมูล)

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 100 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	5	7	5	5	7	4	7	6	5	6
Pos_med	6	7	6	3	5	1	3	4	3	1
Pos_max	5	6	4	7	6	6	7	3	3	7
Pos_miss	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	5	6	6	7	6	7	5	3	6	7
Pos_med	4	3	4	5	6	7	5	6	5	4
Pos_max	7	7	6	6	7	4	7	6	4	7
Pos_miss	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	5	7	6	5	7	7	7	4	3	6
Pos_med	5	6	6	6	7	5	4	5	4	4
Pos_max	7	4	7	7	7	2	6	7	6	7
Pos_miss	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 100 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	2	2	2	4	3	2	2	1	3	3
Pos_med	2	3	2	3	3	3	3	3	6	2
Pos_max	1	3	2	3	1	3	2	2	3	1
Pos_miss	1	2	2	2	2	3	2	1	2	1

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	3	2	2	1	4	2	1	3	3	2
Pos_med	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3
Pos_max	3	1	3	3	2	2	3	2	1	4
Pos_miss	4	2	1	1	3	2	3	3	1	3

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	2	3	2	3	1	4	5	3	3	2
Pos_med	2	3	4	3	3	6	2	2	2	2
Pos_max	2	3	2	2	2	3	2	3	1	3
Pos_miss	1	2	2	2	2	0	2	3	3	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 100 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	2	2	2	4	3	2	2	1	3	3
Pos_med	2	3	2	3	3	3	3	3	4	1
Pos_max	1	3	2	3	1	3	2	2	3	1
Pos_miss	1	2	2	2	2	3	2	1	2	1

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	3	2	2	1	4	2	1	3	2	2
Pos_med	2	3	2	4	3	3	2	3	2	3
Pos_max	3	1	3	3	2	2	3	3	1	4
Pos_miss	4	2	1	1	3	2	3	3	1	3

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	2	3	2	3	1	4	5	3	3	2
Pos_med	2	3	4	3	3	6	2	2	2	2
Pos_max	2	3	2	2	2	3	2	3	1	3
Pos_miss	1	2	2	2	2	0	2	3	3	2

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 1000 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	10	10	8	8	8	9	7	7	10	10
Pos_med	10	10	8	9	10	10	8	9	10	1
Pos_max	9	10	9	10	10	6	10	10	10	10
Pos_miss	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	10	10	10	9	9	8	10	9	8	10
Pos_med	10	10	9	10	9	9	8	10	10	10
Pos_max	9	10	9	10	9	10	8	6	10	10
Pos_miss	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	10	10	10	10	10	10	8	10	10	10
Pos_med	10	10	9	9	4	10	9	10	10	9
Pos_max	9	9	10	10	10	6	3	10	10	10
Pos_miss	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 1000 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	3	4	2	3	4	1	2	2	5	7
Pos_med	3	4	3	3	2	3	3	5	4	4
Pos_max	1	3	2	3	1	2	4	3	1	2
Pos_miss	2	3	3	3	2	4	1	4	2	2

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	7	4	2	4	3	2	2	3	3	3
Pos_med	3	2	3	3	3	3	2	3	4	2
Pos_max	2	4	2	4	1	4	5	4	5	4
Pos_miss	4	2	4	4	2	2	2	3	1	2

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	4	5	2	3	2	2	4	4	7	3
Pos_med	3	3	2	3	2	4	4	2	3	3
Pos_max	2	3	5	4	5	3	3	2	2	6
Pos_miss	3	3	1	3	2	1	4	2	3	5

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 1000 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	3	4	3	3	4	1	2	2	4	7
Pos_med	3	4	3	3	2	3	3	6	4	1
Pos_max	1	3	2	3	1	2	4	3	1	2
Pos_miss	2	3	3	3	2	4	1	4	2	2

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	7	4	2	4	3	2	2	3	3	3
Pos_med	3	2	3	3	3	3	2	3	4	2
Pos_max	2	4	2	4	1	4	5	4	5	4
Pos_miss	4	2	4	4	2	2	2	3	1	2

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	4	5	2	3	2	2	5	4	7	3
Pos_med	3	3	2	3	2	4	4	2	3	3
Pos_max	2	3	5	4	5	3	3	2	2	6
Pos_miss	3	3	1	3	2	1	4	2	3	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 10000 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	10	13	10	9	11	11	13	12	12	8
Pos_med	12	13	12	11	13	12	11	12	14	10
Pos_max	12	13	13	10	14	13	14	13	14	12
Pos_miss	14	14	13	13	14	13	13	14	14	14

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	13	8	12	14	14	13	13	12	12	14
Pos_med	13	14	13	12	13	14	13	14	11	13
Pos_max	14	13	13	12	12	13	12	14	11	12
Pos_miss	14	13	14	14	14	13	14	14	13	13

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	11	12	14	14	13	7	13	13	14	14
Pos_med	10	13	12	12	14	11	14	13	12	12
Pos_max	13	12	13	12	12	11	14	12	12	12
Pos_miss	13	14	14	13	13	13	14	14	14	14

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 10000 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	4	1	4	2	7	1	2	3	3	4
Pos_med	5	2	2	3	3	4	3	3	4	3
Pos_max	4	3	1	2	3	3	4	4	1	1
Pos_miss	4	3	4	3	0	3	4	5	3	3

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	3	4	3	4	3	4	6	4	4	2
Pos_med	3	4	4	4	4	4	5	5	3	4
Pos_max	3	2	3	1	4	3	2	4	4	3
Pos_miss	3	2	4	3	5	4	4	5	3	6

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	3	3	1	2	3	3	3	4	5	3
Pos_med	3	7	4	5	2	2	5	4	7	4
Pos_max	3	2	6	2	3	2	4	2	2	2
Pos_miss	5	4	3	4	5	3	3	4	3	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 10000 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	4	1	4	2	7	1	2	3	3	4
Pos_med	5	2	2	3	3	4	3	3	4	3
Pos_max	3	3	1	2	3	2	4	5	1	1
Pos_miss	4	3	4	3	0	3	4	5	3	4

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	3	4	3	4	3	4	6	4	4	2
Pos_med	3	4	4	4	4	4	5	5	3	4
Pos_max	3	2	3	1	4	3	2	4	4	3
Pos_miss	3	2	4	3	5	3	4	5	3	6

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	3	3	1	2	3	3	3	4	5	3
Pos_med	3	7	4	5	2	2	5	4	7	4
Pos_max	3	2	6	2	3	2	4	2	2	2
Pos_miss	5	4	3	4	5	3	3	4	3	4

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 100000 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	12	17	15	16	16	15	13	15	15	13
Pos_med	16	14	17	16	15	17	17	10	16	1
Pos_max	15	16	19	14	17	17	15	17	17	17
Pos_miss	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	17	16	16	16	17	17	15	16	17	17
Pos_med	14	16	15	16	17	15	15	16	17	15
Pos_max	16	16	17	16	17	17	13	16	16	17
Pos_miss	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	14	17	15	15	14	16	16	15	16	16
Pos_med	16	16	15	17	17	16	17	17	17	15
Pos_max	17	16	15	17	16	16	16	17	16	17
Pos_miss	17	17	17	17	17	16	17	17	17	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 100000 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	3	21	12	5	4	4	7	6	4	6
Pos_med	7	29	20	5	4	2	3	4	4	4
Pos_max	4	16	23	3	4	3	4	5	3	5
Pos_miss	4	16	16	7	0	4	2	4	4	3

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	21	4	5	3	2	4	5	4	5	6
Pos_med	29	4	5	4	3	3	4	4	3	5
Pos_max	16	3	4	4	6	5	4	4	5	2
Pos_miss	14	5	3	4	2	3	5	3	3	2

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	3	4	3	4	3	5	4	5	4	4
Pos_med	4	6	3	4	4	4	5	4	5	4
Pos_max	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4
Pos_miss	5	4	3	4	2	4	4	4	4	4

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 100000 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	3	7	12	5	4	4	7	6	3	6
Pos_med	7	9	20	5	4	2	3	4	4	4
Pos_max	4	16	23	3	4	3	4	5	3	5
Pos_miss	4	16	16	7	0	4	2	4	4	3

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	7	4	5	3	2	4	5	4	5	6
Pos_med	9	4	5	4	3	3	4	4	3	5
Pos_max	16	3	4	4	6	5	4	4	5	2
Pos_miss	14	5	3	4	2	3	5	3	3	2

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	3	4	3	4	3	5	4	5	4	4
Pos_med	4	6	3	4	4	4	5	4	5	4
Pos_max	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4
Pos_miss	5	4	3	4	2	4	4	4	4	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 100000 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบทวิภาค

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	18	20	19	17	19	20	20	20	20	18
Pos_med	18	19	12	19	20	17	20	20	19	20
Pos_max	19	20	17	19	19	20	20	20	20	20
Pos_miss	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	20	20	19	20	20	20	20	19	20	20
Pos_med	20	20	20	16	20	20	19	18	18	17
Pos_max	14	19	19	20	20	20	20	20	20	20
Pos_miss	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	20	20	20	19	19	18	19	20	19	20
Pos_med	20	15	19	19	19	19	18	19	15	18
Pos_max	20	20	19	20	20	18	17	18	17	17
Pos_miss	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

ตารางที่ 14 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 100000 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบประมาณค่าในช่วง

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	4	3	3	4	3	4	5	4	4	5
Pos_med	4	4	3	5	7	5	5	7	7	5
Pos_max	3	3	4	4	7	6	3	7	5	4
Pos_miss	3	3	5	4	4	4	3	4	4	3

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	4	4	5	3	3	4	5	5	4	5
Pos_med	2	4	5	5	4	4	5	3	5	3
Pos_max	4	4	6	2	4	4	2	3	5	3
Pos_miss	5	3	4	4	4	4	3	4	3	4

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	4	4	4	3	6	2	4	5	3	2
Pos_med	5	4	7	3	4	6	3	4	4	4
Pos_max	5	5	4	3	4	4	4	4	5	4
Pos_miss	3	4	4	5	4	5	3	4	3	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงจำนวนครั้งในการเข้าถึงข้อมูลของแต่ละช่วงที่ขนาดข้อมูล 100000 ของขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบปรับตัวได้

Pos\n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pos_min	4	3	3	4	3	4	5	4	4	5
Pos_med	4	4	3	5	5	5	5	6	7	5
Pos_max	3	3	4	4	5	6	3	6	5	4
Pos_miss	3	3	5	4	4	4	3	4	4	3

Pos\n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pos_min	4	4	5	3	3	4	5	5	4	5
Pos_med	2	4	5	5	4	4	5	3	5	3
Pos_max	4	4	6	2	4	4	2	3	5	3
Pos_miss	5	3	4	4	4	4	3	4	3	4

Pos\n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Pos_min	4	4	4	3	6	2	4	5	3	2
Pos_med	5	4	5	3	4	6	3	4	4	4
Pos_max	5	5	3	3	4	4	4	4	5	4
Pos_miss	3	4	4	5	4	5	3	4	3	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้