

## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เครื่องมือที่ใช้ในการเข้าถึงฐานข้อมูลโดยใช้แอตทริบิวต์ที่ไม่ใช่คีย์หลักที่พัฒนาขึ้นนี้มีประโยชน์มากสำหรับผู้ที่ไม่สามารถจำค่าคีย์หลักได้ และต้องการค้นหาค่าคีย์หลักโดยใช้แอตทริบิวต์ที่ไม่ใช่คีย์หลักที่ผู้ใช้จำได้เป็นดัชนีในการค้นหา ซึ่งเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นแบ่งเป็น 2 แบบได้แก่ (1) เครื่องมือแบบแอตทริบิวต์คอนโทรล และ (2) เครื่องมือแบบโปรแกรมกระทำ การ โดยที่เครื่องมือแบบแอตทริบิวต์คอนโทรลจะนำไปใช้ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ ส่วนเครื่องมือแบบโปรแกรมกระทำการใช้สำหรับโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการเรียกใช้เครื่องมือแต่ไม่ต้องการแก้ไขโปรแกรมต้นฉบับเดิม

## 6.1 สรุปผลการวิจัย

เครื่องมือทั้ง 2 แบบจำเป็นจะต้องอาศัยโครงสร้างข้อมูลที่มีประสิทธิภาพในการค้นหาเพิ่มและลบดัชนีและข้อมูลของดัชนี ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้โครงสร้างข้อมูลทรีแบบโครงสร้างแถวลำดับคู่ และเมื่อทำการพัฒนาขั้นตอนวิธีค้นหา เพิ่มและลบข้อมูลของโครงสร้างข้อมูลแล้ว จึงทำการทดสอบขั้นตอนวิธีดังกล่าวซึ่งแบ่งเป็นการทดสอบขั้นตอนวิธีค้นหาข้อมูล ขั้นตอนวิธีเพิ่มดัชนีและข้อมูลของดัชนี และขั้นตอนวิธีลบดัชนีและข้อมูลของดัชนี

การทดสอบการค้นหาข้อมูลโดยใช้ดัชนีพบว่า โครงสร้างข้อมูลแบบทรีสามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็วซึ่งเวลาที่ใช้ในการค้นหาเท่ากับ  $O(k)$  โดยที่  $k$  คือจำนวนตัวอักษรที่ประกอบเป็นดัชนี การทดสอบการลบดัชนีและข้อมูลของดัชนีพบว่าเวลาที่ใช้ในการลบดัชนี 1 ระเบียบโดยประมาณเท่ากับ  $O(k+m)$  โดยที่  $m$  คือจำนวนชนิดของตัวอักษร และการทดสอบเพิ่มดัชนีและข้อมูลของดัชนีในโครงสร้างข้อมูลแบบทรีในเชิงโปรแกรมพบว่า เวลาที่ใช้ในการเพิ่มดัชนี 1 ระเบียบที่ประกอบด้วย  $k$  ตัวอักษร เท่ากับ  $O(khm)$  โดยที่  $h$  คือมิติของตำแหน่งช่องว่างในแถวลำดับคู่ จากการทดสอบขั้นตอนวิธีทั้งหมดพบว่าเวลาที่ใช้ในแต่ละการดำเนินการ (Operation) เป็นไปตามทฤษฎีของโครงสร้างข้อมูลแบบทรี

แม้ว่าเวลาที่ใช้ในการเพิ่มดัชนีและข้อมูลของดัชนีในโครงสร้างข้อมูลแบบทรีจะเป็นไปตามทฤษฎี แต่จากการสังเกตผลการทดสอบพบว่าจำนวนครั้งที่โหนดของตัวอักษรใหม่ที่เพิ่ม

เข้าไปชนกับโหนดของตัวอักษรเดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างข้อมูลมีจำนวนมาก ทำให้เวลาที่ใช้ในการเพิ่มดัชนีและข้อมูลของดัชนีมากขึ้น เนื่องจากค่าเบสที่ใช้ในฟังก์ชันเพิ่มข้อมูลมีค่าไม่เหมาะสม ทำให้ประสิทธิภาพของการเพิ่มข้อมูลในโครงสร้างข้อมูลแบบทวิ-ทรีไม่ดีเท่าที่ควร

ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงขั้นตอนวิธีเพิ่มข้อมูล โดยทำการทดสอบปรับขนาดของค่าเบสที่เหมาะสม และทดสอบวัดประสิทธิภาพต่าง ๆ ได้แก่เนื้อที่ที่ใช้สร้างดัชนีทั้งหมด จำนวนครั้งที่เกิดการชนต่อการเพิ่มดัชนี 1 ระเบียบ และเวลาที่ใช้ในการเพิ่มดัชนีและข้อมูลของดัชนีทั้งหมด จากนั้นทำการเปรียบเทียบระหว่างผลการทดสอบก่อนปรับค่าเบสและผลการทดสอบหลังปรับค่าเบสพบว่า

- (1) จำนวนครั้งที่เกิดการชนต่อการเพิ่มดัชนี 1 ระเบียบลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 94.6
- (2) เวลาที่ใช้ในการสร้างดัชนีลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 75.67
- (3) เนื้อที่ที่ใช้สร้างดัชนีทั้งหมดมีขนาดเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 9.4

ดังนั้นการปรับค่าเบสใหม่จึงทำให้ประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีการเพิ่มดัชนีเข้าไปในโครงสร้างข้อมูลทวิ-ทรีแบบโครงสร้างแถวลำดับคู่มีประสิทธิภาพดีขึ้น

เมื่อได้โครงสร้างข้อมูลที่มีประสิทธิภาพในการค้นหา เพิ่มและลบดัชนีและข้อมูลของดัชนีแล้ว จึงได้ทำการพัฒนาเครื่องมือทั้ง 2 แบบซึ่งจะสรุปความสามารถของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นได้ดังนี้

- (1) สามารถค้นหาข้อมูลโดยใช้แอดทรีบิวท์ที่ไม่ซ้ำคือหลักเป็นดัชนีในการค้นหาได้ทั้งแบบเงื่อนไข และการค้นหาแบบส่วนเพิ่ม
- (2) สามารถค้นหาข้อมูลได้รวดเร็วโดยเวลาที่ใช้ในการค้นหาข้อมูลต่อ 1 ดัชนีโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.000204 วินาที ส่วนการเพิ่ม และลบดัชนีและข้อมูลของดัชนีต่อ 1 ดัชนีใช้เวลาโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.064 และ 0.0058 วินาทีตามลำดับ
- (3) สามารถเก็บข้อกำหนดต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดต่อกับฐานข้อมูลที่ผู้ใช้ระบุ ลงในแฟ้มข้อมูลโปรไฟล์เพื่อใช้ในการทำงานของเครื่องมือในครั้งถัดไป ทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องเสียเวลาในการระบุข้อกำหนดเดิมในการทำงานกับเครื่องมือครั้งใหม่
- (4) ซอฟต์แวร์ใด ๆ ที่สนับสนุนเทคโนโลยีแอดทรีฟเอกซ์สามารถเรียกใช้เครื่องมือแบบแอดทรีฟเอกซ์คอนโทรลได้
- (5) โปรแกรมประยุกต์ที่เรียกใช้เครื่องมือแบบแอดทรีฟเอกซ์คอนโทรลสามารถเปลี่ยนแอดทรีบิวท์ที่ใช้เป็นดัชนีในการค้นหา หรือเปลี่ยนฐานข้อมูลที่ต้องการติดต่อก็ได้ในขณะที่โปรแกรมประยุกต์อยู่ในโหมดดำเนินการได้ทันที ซึ่งดีกว่าคอนโทรลเพิ่มเติม

- อื่น ๆ ที่ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาได้เตรียมไว้ให้เช่น คอมโบบ็อกซ์ หรือกรอบแสดงรายการ เป็นต้น คอนโทรลเพิ่มเติมเหล่านี้สามารถระบุและเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดต่าง ๆ ได้ในขณะที่โปรแกรมประยุกต์อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาเท่านั้น
- (6) เครื่องมือแบบแอคทิฟเอ็กซ์คอนโทรลสามารถส่งข้อมูลที่ได้จากการค้นหาให้กับโปรแกรมประยุกต์ได้โดยตรง ทั้งการส่งข้อมูลแบบครั้งละระเบียบหรือเป็นกลุ่มของระเบียบ

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องมือพบว่า เครื่องมือทั้ง 2 แบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยพบว่ามีแง่มุมและข้อเสนอแนะบางประการในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเข้าถึงฐานข้อมูลโดยใช้แอคทริบิวท์ที่ไม่ใช่คีย์หลักที่น่าสนใจได้แก่ เครื่องมือควรจะจัดเก็บโครงสร้างข้อมูลที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการค้นหา เพิ่มและลบข้อมูลไว้ที่หน่วยความจำสำรองของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ผู้ใช้ใช้งานอยู่ เพื่อนำโครงสร้างข้อมูลที่ได้ทำการสร้างไว้แล้วนี้มาใช้ในการทำงานครั้งต่อไปได้ทันทีเฉพาะในกรณีที่มีข้อมูลของแอคทริบิวท์ในตารางของฐานข้อมูลที่ใช้ระบุไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะช่วยให้ไม่เสียเวลาในการติดต่อกับฐานข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นโครงสร้างข้อมูลเดิมอีกครั้ง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย