

บทที่ 6

การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผล

6.1 การหาประสิทธิภาพของโปรแกรมในการหาค่าคอมของสมการปกติ

โดยที่โปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อหาค่าคอมของสมการปกติมี 2 ชุด คือ

DSBRP - เพื่อใช้หาค่าคอมของสมการปกติโดยใช้เฉพาะหน่วยความจำภายในเครื่องคอมพิวเตอร์

และ EDSBRP - เพื่อใช้หาค่าคอมของสมการปกติโดยใช้หน่วยความจำสำรองภายนอกคอมพิวเตอร์เป็นหลัก

การหาประสิทธิภาพของโปรแกรมในการหาค่าคอมของสมการปกติได้ทำการทดสอบดังต่อไปนี้

1. ทดสอบระหว่างโปรแกรม DSBRP กับโปรแกรมสำเร็จรูป DSIMQ ในการหาค่าคอมสมการ
2. ทดสอบระหว่างโปรแกรม DSBRP กับโปรแกรม EDSBRP

ซึ่งในการทดสอบโปรแกรมใช้หลักการพิจารณาดังนี้คือ

1. จุดประสงค์และวิธีการที่ใช้ในการทดสอบ
2. ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ
3. การเปรียบเทียบผล
4. การวิเคราะห์

6.1.1 การทดสอบระหว่างโปรแกรม DSBRP กับโปรแกรม DSIMQ

6.1.1.1 จุดประสงค์และวิธีการที่ใช้ในการทดสอบ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบการทำงานโดยใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นเทียบกับโปรแกรมที่มีอยู่เดิม

โดยที่โปรแกรม DSBRP เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อใช้หาค่าคอมของสมการปกติมีรูปแบบคัมและแมนคัมบอร์เตอร์โดยวิธีซีเคอร์ซีฟพาคิชัน ซึ่งในปัจจุบันได้มีโปรแกรมสำเร็จอยู่แล้วคือ โปรแกรม DSIMQ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้หาค่าคอมของสมการปกติที่ใช้วิธี

การแบบเกาส์ จึงได้เลือกโปรแกรม DSIMQ มาทดสอบเปรียบเทียบซึ่ง DSIMQ จะมีวิธีการใช้ดังต่อไปนี้คือ CALL DSIMQ (A,B,N,K,S)

โดยที่ A - เป็นเมตริกซ์สัมประสิทธิ์ มีขนาด $N \times N$ ค่าธาตุของเมตริกซ์จะถูกทำลายไปขณะทำการคำนวณ

B - เป็นเวกเตอร์ของค่าคงที่มีขนาด N และค่าของธาตุจะถูกแทนที่ด้วยค่าของตัวไม่ทราบค่าที่ต้องการ

N - ขนาดของสมการและตัวแปรซึ่งค่าของ N ต้องมากกว่า 1

KS - เปิดตัวเลขที่ออกมา ถ้าเป็น 0 หมายถึงหาค่าตอบได้ ถ้าเป็น 1 หมายถึงหาค่าตอบไม่ได้

6.1.1.2 ข้อมูลที่ใช้ทดสอบระหว่างโปรแกรม DSBRP กับโปรแกรม DSIMQ

เนื่องจากขนาดของหน่วยความจำที่ใช้ในการหาค่าตอบของสมการปกติที่อยู่ในรูปของแมตริกซ์และแมตริกซ์ของโปรแกรม DSBRP จะแปรผันตามค่าของ n, b และ k ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2}[n(n+1) - (n-b-k)(n-b-k+1)]$ เมื่อ n เป็นขนาดของระบบสมการ b เป็นความกว้างแถบ และ k เป็นความกว้างบอร์เตอร์ ในขณะที่เดียวกันการหาค่าตอบของสมการโดยวิธีแบบเกาส์ด้วยโปรแกรม DSIMQ ขนาดของความจำที่ใช้จะเป็นสัดส่วนกับค่า n ในรูป n^2 ดังนั้นจะเห็นได้ว่า DSBRP จะใช้ขนาดหน่วยความจำแปรผันตามตัวแปรสามตัวคือ n, b และ k แต่โปรแกรม DSIMQ แปรผันตามขนาดของสมการ (n) อย่างเดียว ย่อมหมายความว่าโปรแกรม DSIMQ จะใช้หน่วยความจำคงที่สำหรับสมการขนาดใดขนาดหนึ่ง แต่โปรแกรม DSBRP จะใช้หน่วยความจำไม่แน่นอนโดยขึ้นอยู่กับค่าของ n, b และ k แต่จะน้อยกว่ากรณีของ DSIMQ มาก ถ้า b และ k น้อยกว่า n มากเพราะใช้หน่วยความจำเก็บเฉพาะค่าที่อยู่ในแถบ b และ บอร์เตอร์ k ในทำนองเดียวกัน จำนวนขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของโปรแกรม DSBRP ก็จะแปรผันตามตัวแปรสามตัวเหมือนกันในลักษณะ $n(n+k)^2$ และโปรแกรม DSIMQ ก็มีจำนวนขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แปรผันตรงกับขนาดของเมตริกซ์ในลักษณะ n^3 ดังนั้นเพื่อที่จะให้การทดสอบโปรแกรม DSBRP มีการใช้ขนาดหน่วยความจำหรือจำนวนขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แปรผันตรงกับขนาดของเมตริกซ์ (n) จึงกำหนดรูปแบบของเมตริกซ์ที่จะใช้ทดสอบ เป็น เมตริกซ์สมมาตรแถบโดยทำให้ความกว้างบอร์เตอร์ (k) มีค่าเท่ากับศูนย์ และมีความกว้างแถบเท่ากับ $\frac{1}{6}$ ของขนาดเมตริกซ์หรือ $b = \frac{n}{6}$

ขนาดของเมตริกซ์สัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการทดสอบจะเริ่มจากขนาด 18×18 (ซึ่งเป็นขนาดเริ่มต้นที่เหมาะสมที่จะใช้หาความแตกต่างของเวลาในการคำนวณของโปรแกรม) แล้วเพิ่มขนาดของสมการขึ้นครั้งละ 6 สมการ เพื่อพิจารณาความแตกต่างของเวลาในการคำนวณที่เกิดขึ้นในระหว่าง 2 โปรแกรม จนขนาดของสมการมีขนาดใหญ่จนคอมพิวเตอร์ไม่สามารถจะหาค่าตอบให้ได้ในแต่ละโปรแกรม

ทั้งนี้ค่าข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมจะถูกสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมย่อยที่สร้างขึ้นเอง โดยการกำหนดค่าขนาดของเมตริกซ์ , ความกว้างแถบ , ความกว้างบอร์เดอร์ และค่าข้อมูลในแนวทแยงมุมตัวแรก โปรแกรมย่อยดังกล่าวจะสร้างค่าข้อมูลตัวอื่นจนครบทั้งเมตริกซ์เอง โปรแกรมนี้ใช้ชื่อว่า SUB1

6.1.1.3 การเปรียบเทียบผลการทดสอบ

ในการที่เริ่มทดสอบโปรแกรมด้วยขนาดสมการ 18 สมการ โปรแกรม DSBRP ใช้เวลา 1 วินาที เท่ากับโปรแกรม DSIMQ เมื่อขนาดของระบบสมการใหญ่ขึ้นเป็น 24 สมการปรากฏว่า DSBRP ใช้เวลา 1 วินาที ในขณะที่ DSIMQ ใช้เวลา 2 วินาที มากกว่า DSBRP 1 วินาที และเมื่อเพิ่มขนาดของระบบสมการขึ้นไปเรื่อย ๆ ทีละ 6 สมการ จนถึง 54 สมการปรากฏว่า DSIMQ ใช้เวลา 15 วินาที โดยที่ DSBRP ใช้เวลาน้อยกว่าถึงเท่าตัว เมื่อขนาดของระบบสมการเป็น 60 สมการ DSBRP ใช้เวลา 9 วินาที แต่ DSIMQ ไม่สามารถหาค่าตอบได้ เพราะต้องใช้เนื้อที่หน่วยความจำมากกว่าที่เครื่องคอมพิวเตอร์จะรับได้ โปรแกรม DSBRP สามารถหาค่าตอบของระบบสมการที่มีขนาดใหญ่ถึง 126 สมการ โดยใช้เวลา 70 วินาที การเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างโปรแกรม DSBRP และ DSIMQ ในเรื่องของจำนวนสมการและเวลาที่ใช้แสดงอยู่ในตารางที่ 6.1 ส่วนที่เป็นตัวอย่างผลลัพธ์ของการแก้สมการโดยโปรแกรม DSBRP อยู่ในภาคผนวก ข.1 และของโปรแกรม DSIMQ อยู่ในภาคผนวก ข.2

6.1.1.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

โดยการนำข้อมูลในตารางที่ 6.1 ไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับจำนวนสมการ จะเห็นความแตกต่างของการทำงานของโปรแกรมทั้งสอง ดังแสดงในรูป 6.1 เมื่อระบบสมการมีขนาดเล็กเวลาที่ใช้จะแตกต่างกันไม่มากนัก แต่เมื่อเพิ่มขนาดของสมการขึ้นเรื่อย ๆ ก็ จะเห็นความแตกต่างกับในเรื่องของเวลาที่ใช้ได้อย่างเด่นชัด นอกจากนี้ DSBRP ยังสามารถหาค่าตอบของระบบสมการที่มีขนาดใหญ่กว่า DSIMQ จึงพอสรุปได้ว่า

DSBRP มีแนวโน้มที่จะมีประสิทธิภาพสูงกว่า SIMQ ทั้งในเชิงของเวลาที่ใช้และหน่วยความจำ

6.1.2 การทดสอบระหว่างโปรแกรม DSBRP กับ EDSBRP

6.1.2.1 จุดประสงค์ในการทดสอบ

โปรแกรม EDSBRP เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจากโปรแกรม DSBRP เพื่อให้ค่าตอบของระบบสมการที่มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าขีดความสามารถของ DSBRP โดยการใช้หน่วยความจำภายนอก (จานบันทึกแม่เหล็ก) เป็นตัวเก็บค่าธาตุมูลของระบบสมการซึ่งมีรูปแบบแบนด์และแบนด์บอร์เดอร์ จุดประสงค์ของการทดสอบก็เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างของเวลาที่ต้องใช้ในการหาค่าตอบของโปรแกรมทั้งสอง

6.1.2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

ใช้ข้อมูลชุดเดียวกับการทดสอบในหัวข้อ 6.1.1

6.1.2.3 การเปรียบเทียบผลการทดลอง

จากการทดสอบโปรแกรมด้วยขนาด 18 สมการ ผลปรากฏว่า DSBRP ใช้เวลา 1 วินาที ในขณะที่ EDSBRP ใช้เวลา 14 วินาที แตกต่างกัน 13 วินาทีและเมื่อใช้จำนวนสมการสูงสุดที่โปรแกรม DSBRP จะสามารถหาค่าตอบได้คือ 126 สมการปรากฏว่าเวลาที่ใช้ในการคำนวณหาค่าตอบของสมการจะเป็น 70 วินาที โดยที่ EDSBRP ใช้เวลา 880 วินาที ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า โปรแกรม DSBRP มีประสิทธิภาพสูงกว่า EDSBRP ในแง่ของเวลาที่ใช้ในการคำนวณ แต่ DSBRP มีข้อจำกัดในเรื่องของขนาดหน่วยความจำหลัก EDSBRP จึงเหนือกว่าในเรื่องของขนาดระบบสมการที่มันสามารถหาค่าตอบได้ โดยในงานวิจัยครั้งนี้ทำได้ถึงขนาด 210 สมการ แต่ต้องใช้เวลา 5 ชั่วโมง

6.1.2.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

เมื่อพิจารณาตารางที่ 6.2 จะเห็นว่าเวลาที่ใช้ไปของโปรแกรมทั้งสองแตกต่างกันมาก ทั้งที่โปรแกรม EDSBRP เป็นโปรแกรมที่โครงสร้างและหลักการทำงานเหมือนทุกประการ ต่างกันตรงที่ EDSBRP เก็บข้อมูลที่จะใช้คำนวณไว้ในจานบันทึกแม่เหล็ก จึงสรุปได้ว่าเวลาที่ EDSBRP ใช้มากขึ้นน่าจะเป็นเวลาที่เกิดขึ้นจากการนำข้อมูลเข้าออกจากจานบันทึกแม่เหล็ก

6.2 การหาประสิทธิภาพของโปรแกรมในการหาเมตริกซ์ส่วนกลับ

โปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อหาเมตริกซ์ส่วนกลับคือ KRINV ส่วนโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้

สำหรับหา เมตริกซ์ส่วนกลับที่ใช้กันมากคือ DMINV สำหรับ เมตริกซ์ทั่วไปและ DSINV สำหรับ เมตริกซ์สมมาตร ดังนั้นจึงใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทั้งสองมา เป็นตัว เปรียบเทียบกับ KRINV

การทดสอบโปรแกรมใช้หลักการพิจารณา ดังนี้

1. จุดประสงค์และวิธีการที่ใช้ในการทดสอบ
2. ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ
3. การเปรียบเทียบ
4. การวิเคราะห์

6.2.1 การหาประสิทธิภาพของโปรแกรมในการหา เมตริกซ์ส่วนกลับระหว่าง KRINV , DMINV และ DSINV

6.2.1.1 จุดประสงค์และวิธีการที่ใช้ในการทดสอบ

เพื่อ เป็นการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมหา เมตริกซ์ส่วนกลับที่สร้างขึ้น เปรียบกับโปรแกรมที่มีอยู่เดิม

วิธีทดสอบทำได้โดยการหา เมตริกซ์ส่วนกลับทั้งสามที่ขนาด เท่ากันหา เวลาที่ต้องการใช้ในการทำงาน แล้ว เพิ่มขนาดของ เมตริกซ์ขึ้นไป เรื่อย ๆ ทุกครั้งที่เพิ่มขนาด เมตริกซ์จะหา เมตริกซ์ส่วนกลับโดยใช้โปรแกรมทั้งสาม

6.2.1.2 ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ

เป็น เมตริกซ์สัมประสิทธิ์ของระบบสมการที่ใช้ในการหาคำตอบ โดยตรง ซึ่งอยู่ในรูปเมตริกซ์แถบ ไม่ว่าจะเป็นที่ เมตริกซ์ขนาดใดโปรแกรมทั้งสามใช้เมตริกซ์ตัว เดียวกันในการหา เมตริกซ์ส่วนกลับเสมอ

6.2.1.3 การเปรียบเทียบ

โดยเริ่มการทดสอบด้วยเมตริกซ์สัมประสิทธิ์ของระบบสมการขนาด 18 สมการ โปรแกรม KRINV ใช้เวลา 1 วินาที เท่ากับ DSINV ส่วน DMINV ใช้เวลา 4 วินาที เมื่อเพิ่มขนาดของเมตริกซ์สัมประสิทธิ์ขึ้นไปทีละ 6 ที่ขนาดเมตริกซ์ 36×36 KRINV ใช้เวลา 7 วินาที DSINV ใช้เวลา 8 วินาที และ DMINV ใช้เวลา 19 วินาที เมื่อเมตริกซ์ที่ ต้องการหาส่วนกลับมีขนาด 54×54 KRINV จะใช้เวลาในการหาเมตริกซ์ส่วนกลับ 25 วินาที

ส่วน DSINV และ DMINV ใช้เวลา 25 วินาที และ 65 วินาทีตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่า KRINV เริ่มต้นใช้เวลาเท่ากับ DSINV แต่เมื่อเมตริกซ์ขนาดใหญ่อขึ้น ตั้งแต่ 60×60 ขึ้นไป KRINV ใช้เวลามากกว่า DSINV

เมื่อเมตริกซ์สัมประสิทธิ์มีขนาดใหญ่อขึ้นเป็น 60×60 DMINV ไม่สามารถหาเมตริกซ์ส่วนกลับได้ เนื่องจากใช้หน่วยความจำเกินขีดจำกัดของเครื่องคอมพิวเตอร์ KRINV ใช้เวลา 35 วินาทีมากกว่า DSINV อยู่ 1 วินาที ทั้งสองโปรแกรมสามารถหาเมตริกซ์ส่วนกลับได้ถึงขนาด 72×72 โดยที่ KRINV ใช้เวลา 65 วินาที และ DSINV ใช้เวลา 60 วินาที

6.2.1.4 การวิเคราะห์ผล

จากตารางที่ 6.3 และการเปรียบเทียบข้อมูลที่จะเห็นได้ว่า โปรแกรมสำเร็จรูป DMINV นั้น แม้จะสะดวกต่อการใช้งาน เนื่องจากการเก็บค่าธาตุในเมตริกซ์เป็นไปแบบธรรมดา แต่ก็มีประสิทธิภาพต่ำสุดในบรรดาโปรแกรมทั้งสาม ทั้งในแง่ของเวลาที่ใช้และการเปลืองเนื้อที่หน่วยความจำ

ในกรณีที่เมตริกซ์มีลักษณะพิเศษเช่น สมมาตร โปรแกรม DSINV จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่า DMINV ยิ่งถ้าเป็นเมตริกซ์สมมาตรแถบ ซึ่งโปรแกรม KRINV นำเอาลักษณะพิเศษนี้มาใช้โดยวิธีรีเคอร์ซีฟพาคิทชัน การคำนวณกับค่าธาตุที่เป็นศูนย์ที่อยู่นอกแถบไม่ต้องกระทำ ทำให้ประหยัดเวลาการทำงานขึ้นอีก ดังนั้น KRINV จึงน่าที่จะใช้เวลาทำงานน้อยกว่า DSINV แต่ปรากฏว่าที่ขนาดของเมตริกซ์ตั้งแต่ 60×60 ขึ้นไป KRINV กลับใช้เวลามากกว่า DSINV กราฟรูป 6.2 จะแสดงให้เห็นลักษณะเช่นว่านี้อย่างชัดเจน สาเหตุที่ KRINV ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่เหนือกว่า DSINV น่าจะเป็นเพราะ

1. การหาตำแหน่งของธาตุของเมตริกซ์จากเวกเตอร์ที่ใช้เก็บค่า มีขั้นตอนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มาก ทำให้เวลาในการคำนวณเพิ่มขึ้น
2. ในโปรแกรม KRINV นอกจากจะมีการหาส่วนกลับของเมตริกซ์โดยวิธีรีเคอร์ซีฟพาคิทชันแล้ว ยังมีการหาส่วนกลับในบางส่วนของเมตริกซ์ด้วยวิธีการแบ่งส่วน ทำให้จำนวนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น

ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงโปรแกรม KRINV ใหม่เป็น KRINV1 แล้วทำการทดสอบใหม่ที่ขนาดเมตริกซ์ตั้งแต่ 18×18 จนถึงขนาด 72×72 โดยเพิ่มขนาดทีละ 6 แล้วเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการหาเมตริกซ์ส่วนกลับใหม่ตามหัวข้อ 6.2.2

ในแง่ของการใช้เนื้อที่หน่วยความจำทั้งโปรแกรม KRINV และ DSINV เก็บค่าสถิติในส่วนของสามเหลี่ยมล่างเหมือนกัน จึงใช้เนื้อที่หน่วยความจำเท่ากัน

6.2.2 การทดสอบระหว่างโปรแกรม KRINV1 กับโปรแกรม DSINV

6.2.2.1 จุดประสงค์ในการทดสอบ

โปรแกรม KRINV1 เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจากโปรแกรม KRINV โดยมีการหาค่าคงที่ประจำแถวเก็บไว้ในเวกเตอร์ตาม 2.4 เพื่อที่จะลดจำนวนการดำเนินงานทางคณิตศาสตร์ลง จุดประสงค์ของการทดสอบก็เพื่อทดสอบว่าเมื่อลดขั้นตอนในการหาค่าแห่งของสถิติแล้วประสิทธิภาพจะเป็นอย่างไร

6.2.2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

ใช้ข้อมูลชุดเดียวกับการทดสอบในข้อ 6.2.1

6.2.2.3 การเปรียบเทียบผลการทดลอง

จากการทดสอบตัวโปรแกรมด้วยเมตริกซ์สัมประสิทธิ์ของสมการขนาด 18 ปรากฏว่า KRINV1 ใช้เวลา 2 วินาที ในขณะที่ DSINV ใช้เวลา 1 วินาที เมื่อเพิ่มขนาดของเมตริกซ์เป็นขนาด 24×24 KRINV1 ใช้เวลา 2 วินาที โปรแกรม DSINV ใช้เวลา 2 วินาที เมื่อเพิ่มขนาดของเมตริกซ์เป็นขนาด 30×30 KRINV1 ใช้เวลา 3 วินาที DSINV ใช้เวลา 5 วินาที จะเห็นว่า KRINV1 เริ่มใช้เวลาน้อยกว่า DSINV และเมื่อเพิ่มขนาดของเมตริกซ์ใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ เวลาที่ใช้ในการคำนวณของโปรแกรม KRINV1 จะใช้น้อยกว่า DSINV เพิ่มขึ้นเช่นกัน และเมื่อเมตริกซ์สัมประสิทธิ์มีขนาดถึง 72×72 ซึ่งเป็นขนาดที่ใหญ่ที่สุดที่โปรแกรมทั้งสองหาได้ ปรากฏว่า KRINV1 ใช้เวลา 51 วินาที และ DSINV ใช้เวลา 60 วินาที

6.2.2.4 การวิเคราะห์ผล

เมื่อพิจารณาตารางที่ 6.4 จะเห็นว่าเวลาที่โปรแกรมทั้งสองใช้ในการคำนวณใกล้เคียงกัน โดยที่โปรแกรม DSINV1 มีแนวโน้มจะใช้เวลามากกว่า DSINV มากขึ้นตามขนาดของเมตริกซ์ที่เพิ่มขึ้น สรุปได้ว่าโปรแกรม KRINV1 จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าโปรแกรม DSINV

6.3 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยที่ได้กระทำไปพอสรุปได้ดังนี้

1. โปรแกรม DSBRP เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาใช้คำนวณหาค่าคอบของสมการ ซึ่งมีรูปแบบแบบนอร์มัลและแบบคัมเบอร์เคอร์ โดยใช้เทคนิคของวิธีซีเคอร์ซีฟฟาติชัน ซึ่งผลจากการทดสอบเปรียบเทียบกับโปรแกรมสำเร็จอื่นคือ DSIMQ ที่ใช้แก้ปัญหาประเภทเดียวกันของสมการ (โดยวิธีเกาส์) ให้ผลเป็นที่น่าพอใจและมีประสิทธิภาพมาก
2. โปรแกรม EDSBRP เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาจากโปรแกรม DSBRP แต่แตกต่างจาก DSBRP ตรงที่การเก็บข้อมูลที่จะคำนวณไว้ในหน่วยความจำสำรอง (บนจานบันทึกแม่เหล็ก) ผลที่ได้จากการวิจัยเปรียบเทียบเวลาการทำงานอาจกล่าวได้ว่าโปรแกรม EDSBRP ยังไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน เพราะยังมีปัญหาในเรื่องของเวลาที่เสียไปในเรื่องอันเกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะส่วนที่เป็นหน่วยรับและแสดงผลข้อมูล
3. โปรแกรม KRINV เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาใช้ในการคำนวณหาเมตริกซ์ส่วนกลับของเมตริกซ์สมมาตรแถบ และเมตริกซ์สมมาตรแบบคัมเบอร์เคอร์ จากการเปรียบเทียบกับโปรแกรมสำเร็จ DMINV ซึ่งเป็นโปรแกรมในการหาส่วนกลับของเมตริกซ์ใด ๆ และ DSINV ซึ่งเป็นโปรแกรมใช้หาส่วนกลับของเมตริกซ์สมมาตร ผลที่ได้จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าโปรแกรม KRINV สามารถทำงานได้และมีประสิทธิภาพดีกว่า DMINV แต่ด้อยกว่าเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับ DSINV
4. โปรแกรม KRINV1 เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาจากโปรแกรม KRINV โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้สามารถหาค่าแห่งของธาตุมูลของเมตริกซ์ในเวกเตอร์ได้รวดเร็วขึ้นเพื่อนำไปเปรียบเทียบการทำงานกับ DSINV ผลปรากฏว่าเวลาที่ใช้ในการทำงานโดย KRINV1 จะเร็วกว่าโปรแกรมสำเร็จ DSINV เล็กน้อย
5. เมื่อเมตริกซ์มีรูปแบบเป็นแบบนอร์มัลและแบบคัมเบอร์เคอร์ การใช้วิธีซีเคอร์ซีฟฟาติชันหาเมตริกซ์ส่วนกลับหรือหาค่าคอบของระบบสมการ มีแนวโน้มว่าจะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีอื่น ๆ ใดๆก็ตามที่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าวิธีซีเคอร์ซีฟฟาติชันจะดีกว่าวิธีอื่น ๆ อย่างแน่นอนด้วยสาเหตุหลายประการได้แก่
 - 1) จำนวนข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์หามีจำนวนน้อย
 - 2) เนื่องจากฮาร์ดแวร์ของ PDP 11/24 ไม่สามารถแสดง CPU Time ได้

ดังนั้นเวลาที่ได้มาจึงเป็นเพียงของนาฬิกาเท่านั้น จึงมีโอกาสคลาดเคลื่อนได้ในกรณีที่มีการทำงาน

ในลักษณะมีผู้ใช้คอมพิวเตอร์หลายคนพร้อมกัน

3) เวลาของการคำนวณที่แสดงออกมาจากการทดสอบโปรแกรม สามารถแสดงความละเอียดของเวลาได้แค่นั้นที่เท่านั้น ซึ่งยังละเอียดไม่เพียงพอที่จะชี้แจงแจกเวลาที่ใช้ในการทำงานของโปรแกรมต่าง ๆ

4) เนื่องจากเมตริกซ์ที่นำมาใช้ในการทดสอบมีรูปแบบไม่เปลี่ยนแปลงในการทดลองทุกครั้ง ดังนั้นผลที่ได้จากการทดสอบจึงยังไม่ชี้ค่าตัดสินว่าเมื่อใช้กับ เมตริกซ์แบบคัมและแบบคัมเบอร์เตอร์อื่น ๆ แล้วจะให้ผลในลักษณะที่เป็นค่าตอบเช่นเดิม

5) การเก็บค่าข้อมูลของเมตริกซ์สามารถจะทำได้หลายวิธีซึ่งความแตกต่างกันในสิ่งนี้จะทำให้เวลาทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการรีเคอร์ซีฟหาที่ชันอาจแตกต่างกันไป

6.4 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและวิจัยที่ได้กระทำไปพอสรุปได้ดังนี้

1. โปรแกรมต่าง ๆ ที่ได้สร้างขึ้นมาในงานวิจัยนี้เพื่อทำการทดสอบและเปรียบเทียบกับโปรแกรมสำเร็จอื่น ๆ ในงานคำนวณประเภทเดียวกัน ทำให้ทราบว่าโปรแกรม DSBRP และ KRINV1 ที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ด้อยกว่าโปรแกรมสำเร็จอื่น ๆ ดังนั้นหากนำไปใช้ในงานจริง ๆ ย่อมสามารถกระทำได้เพราะได้ออกแบบให้อยู่ในลักษณะของโปรแกรมย่อยที่สามารถเรียกใช้ได้ง่ายเหมือนโปรแกรมสำเร็จโดยทั่วไป

2. ลักษณะการทำงานแบบหลายคนพร้อมกัน (Multiuser) โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกัน จะทำให้หน่วยความจำหลักที่ใช้ได้แต่ละคนลดลงไป เช่น สำหรับเครื่อง PDP 11/24 จะใช้ได้ไม่เกิน 64 กิโลไบต์ต่อคน ดังนั้นหากต้องการหาค่าตอบของสมการที่มีขนาดใหญ่ด้วยโปรแกรมที่สร้างขึ้นมานี้ ก็ควรที่จะพิจารณารับปรุงในแง่ของการขยายหน่วยความจำที่มีอยู่ให้เพิ่มมากขึ้น อาจจะทำได้โดยวิธีการทางด้านฮาร์ดแวร์โดยตรง เช่น การขยายหน่วยความจำหลักที่เป็นอยู่ หรือนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่าหรืออาจโดยการเปลี่ยนระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง (Operating System) เพื่อให้เหลือผู้ใช้งานเพียงคนเดียวอื่นจะช่วยให้สามารถใช้หน่วยความจำหลักได้ทั้งหมด ตลอดจนอาจจะโดยการศึกษาแนวคิดของการเก็บข้อมูลบางวิธี เข้ามาใช้เพื่อทำให้การใช้หน่วยความจำที่มีอยู่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

๖. สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถหาเมตริกซ์ส่วนกลับของเมตริกซ์สมมาตรแท้
และเมตริกซ์สมมาตรแบบค้ำบอร์เตอร์ได้ ในกรณีที่เมื่อแบ่งเมตริกซ์เป็นส่วน ๆ แล้วไม่สามารถหา
เมตริกซ์ส่วนกลับของเมตริกซ์ A_{11} ได้แต่สามารถหาส่วนกลับของเมตริกซ์ A_{22} ได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขนาดของระบบสมการ	เวลาที่ใช้ในการคำนวณ (วินาที)	
	DSBRP	DSIMQ
18	1	1
24	1	2
30	2	3
36	2	5
42	3	7
48	6	11
54	7	15
60	9	*****
72	14	*****
84	22	*****
96	32	*****
108	44	*****
126	70	*****
132	*****	*****

หมายเหตุ ***** หมายถึงขนาดของระบบสมการใหญ่เกินกว่าความสามารถของ
เครื่องที่จะรับได้

ตารางที่ 6.1 เวลาที่โปรแกรม DSBRP และโปรแกรม DSIMQ ใช้ในการคำนวณ

ขนาดของระบบสมการ	เวลาที่ใช้ในการคำนวณ (วินาที)	
	DSBRP	EDSBRP
18	1	14
24	1	31
30	2	58
36	2	94
42	3	149
48	6	218
54	7	312
60	9	438
66	14	597
84	22	1192
96	32	1772
126	70	4890
210	*****	18312

หมายเหตุ ***** หมายถึงขนาดของระบบสมการใหญ่เกินกว่าค่าความสามารถของเครื่อง
ที่จะรับได้

ตาราง 6.2 เวลาที่โปรแกรม DSBRP และโปรแกรม EDSBRP ใช้ในการคำนวณ

ขนาดของเมตริกซ์ $n \times n$	เวลาที่ใช้ในการคำนวณ (วินาที)		
	KRINV	DMINV	DSINV
18	1	4	1
24	2	6	2
30	5	11	5
36	7	19	8
42	12	32	12
48	18	47	18
54	25	65	25
60	35	*****	34
66	46	*****	44
72	65	*****	60
78	*****	*****	*****

หมายเหตุ ***** ขนาดของเมตริกซ์ใหญ่เกินค่าความสามารถของเครื่อง

ตาราง 6.3 เวลาที่โปรแกรม KRINV โปรแกรม DMINV และ โปรแกรม DSINV
ใช้ในการคำนวณ

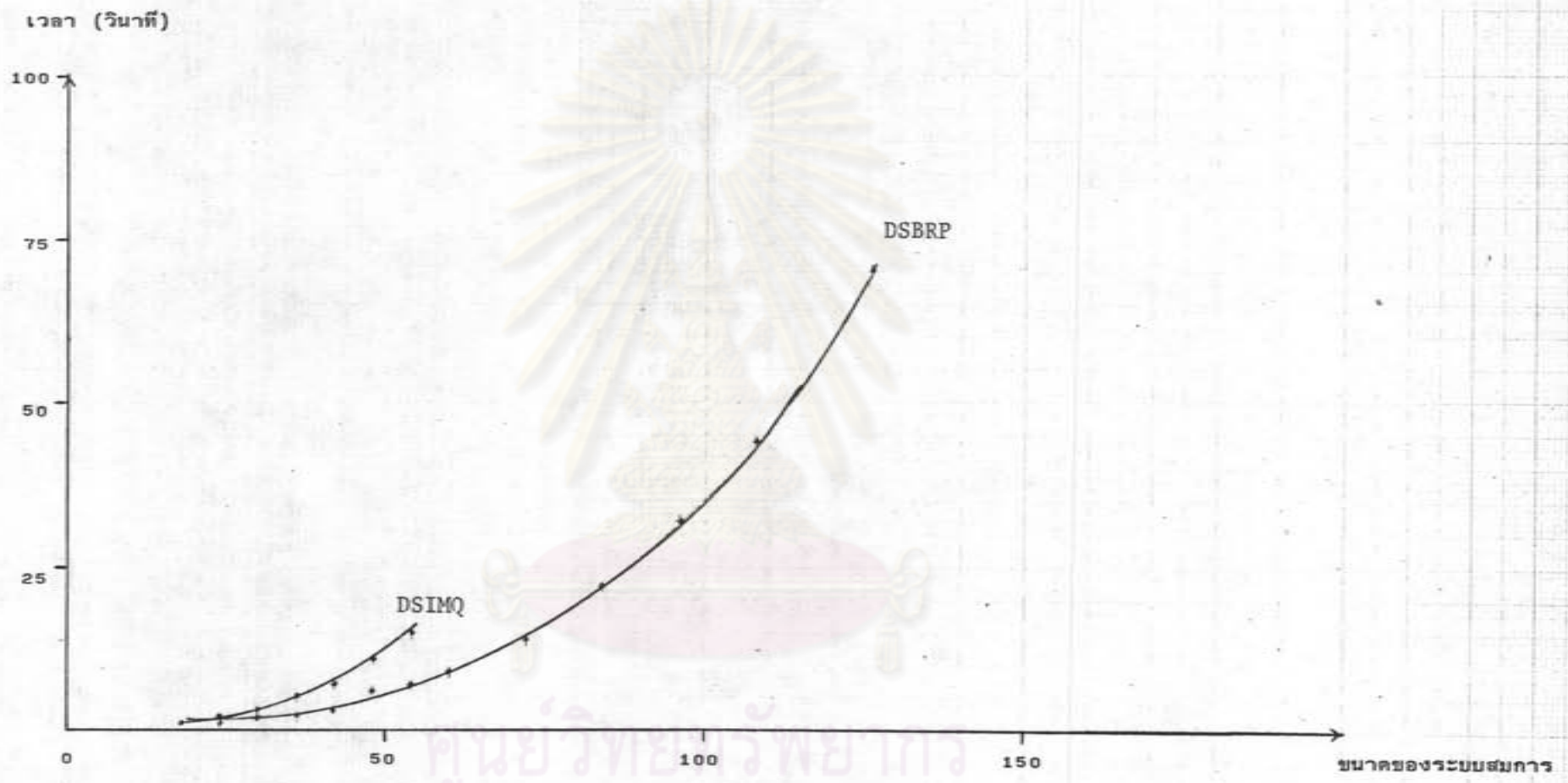
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขนาดของ เมตริกซ์ n n	เวลาที่ใช้ในการคำนวณ (วินาที)	
	DSINV	KRINV1
18	1	2
24	2	2
30	5	3
36	8	6
42	12	10
48	18	15
54	25	21
60	34	29
66	44	38
72	60	51
78	*****	*****

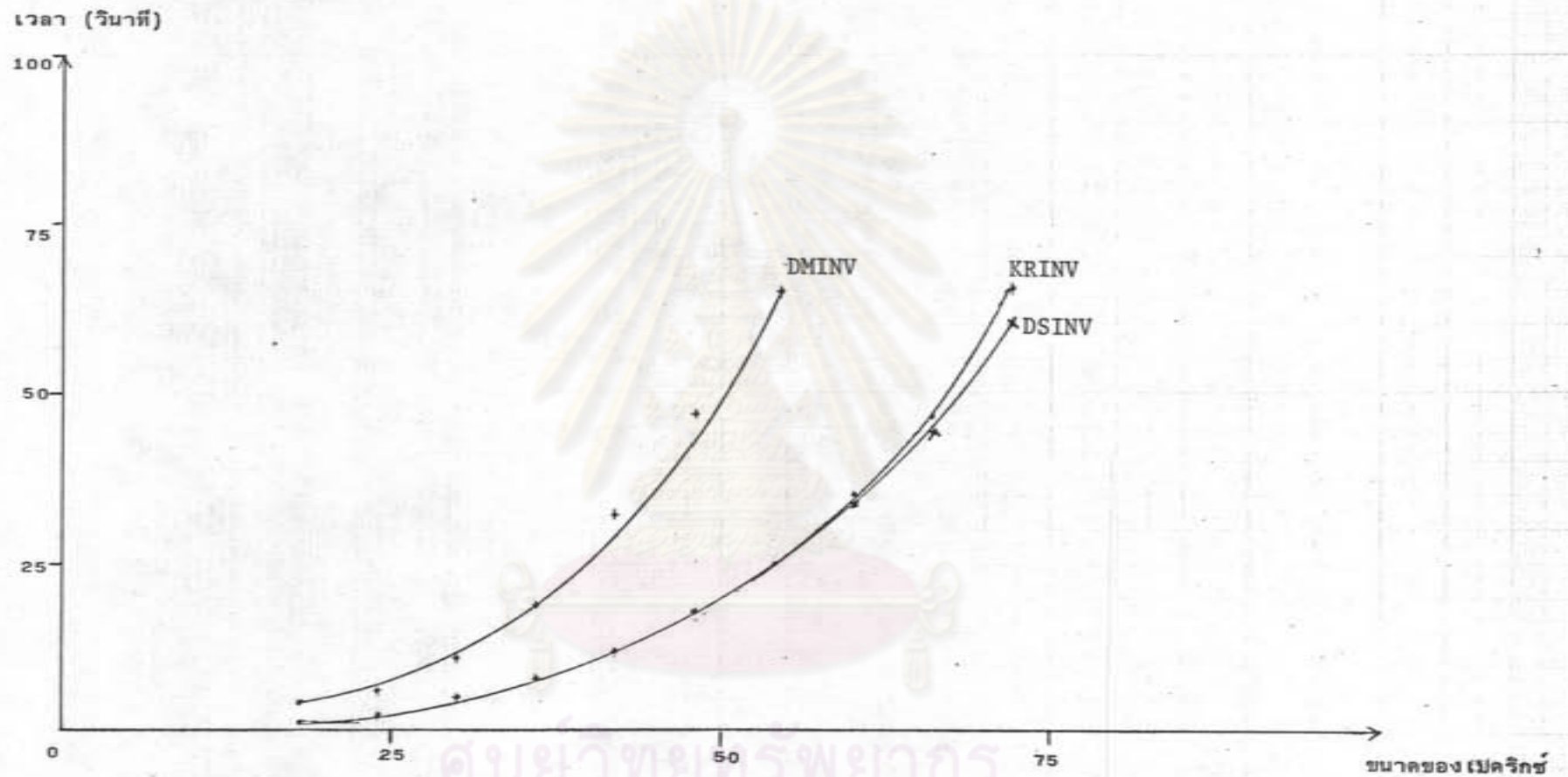
หมายเหตุ ***** ขนาดของ เมตริกซ์ใหญ่เกินกว่าค่าความสามารถของเครื่อง

ตาราง 6.4 เวลาที่โปรแกรม DSINV โปรแกรม KRINV1ใช้ในการคำนวณ

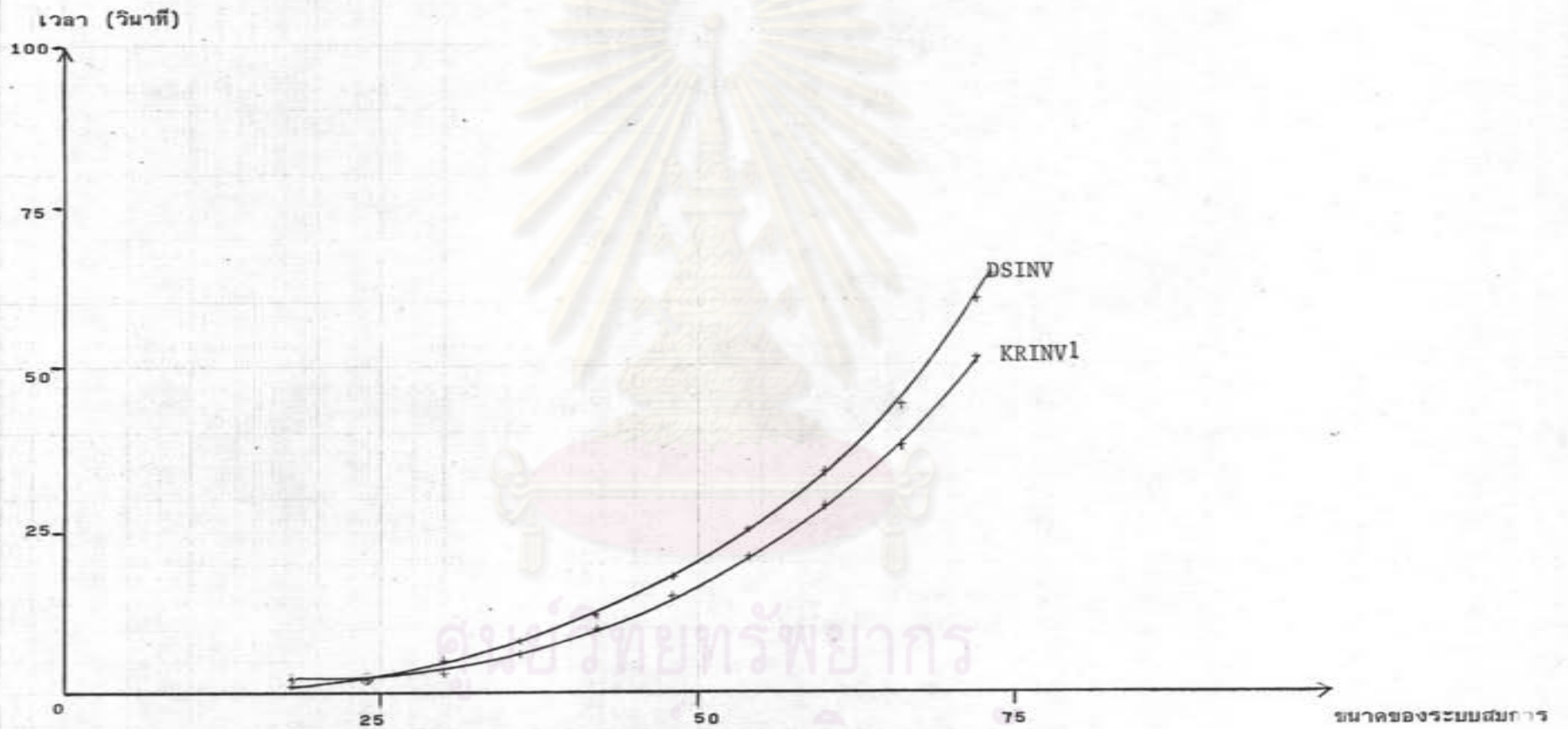
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 6.1 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำงานระหว่างโปรแกรม DSIMQ และ DSBRP



รูป 6.2 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำงานระหว่างโปรแกรม DMINV , DSINV และ KRINV



รูป 6.3 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำงานระหว่างโปรแกรม DSINV และ KRINV1