

การหาค่าตอบของ เมตริกซ์สมการปกติที่อยู่ในรูปของแบนด์และแบนด์มอร์เตอร์

โดยวิธีรีเคอร์ซีฟหาทิกชัน



นายไพฑูรย์ คุ้มวงศ์ดี

ศูนย์วิทยพัทธยากร

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

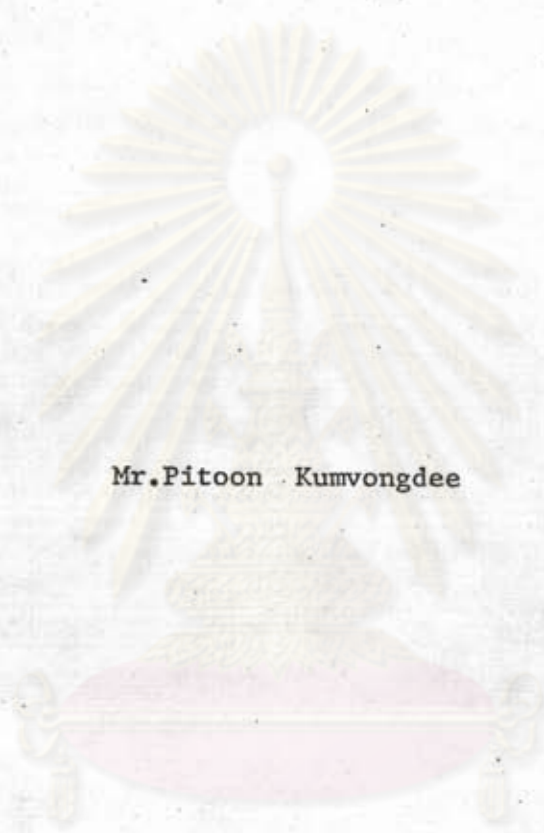
พ.ศ. 2528

ISBN 974-564-772-1

009132

I1675618b

A SOLUTION OF BANDED AND BANDED-BORDERED NORMAL EQUATION MATRICES
BY RECURSIVE PARTITIONING



Mr.Pitoon Kumvongdee

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Survey Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การหาค่าคอมของ เมตริกซ์สมการปกติที่อยู่ในรูปของแมนต์และแมนต์-
บอร์เตอร์โดยวิธีซีเคอร์ซีฟฟาติชัน

ชื่อนิสิต นายไพฑูรย์ คุ้มวงศ์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. วิชา จิวาลัม

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ

ปีการศึกษา 2527

บทคัดย่อ

ในงานสำรวจรังวัด มักจะสามารถจัด เมตริกซ์สัมประสิทธิ์ของสมการปกติที่ได้จากการ
ปรับแก้ด้วยวิธีสแควร์ในรูปของ เมตริกซ์สมมาตรแถบและ เมตริกซ์สมมาตรแมนต์บอร์เตอร์ได้
งานวิจัยนี้ได้พยายามหาค่าคอมของระบบสมการปกติทั้งแบบหาค่าคอมโดยตรงและหา เมตริกซ์ส่วน
กลับโดยอาศัยสมบัติพิเศษดังกล่าว ถึงแม้ว่าจะมีการหลายวิธีหลังจากได้พิจารณาอย่างรอบคอบแล้ว
ได้ตัดสินใจใช้วิธีที่เรียกว่า "การหาค่าคอมโดยตรงโดยวิธีซีเคอร์ซีฟฟาติชัน" และ "การหาส่วนกลับ
โดยวิธีซีเคอร์ซีฟฟาติชัน"

เพื่อหาค่าคอมดังกล่าวได้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นโดยใช้ภาษาฟอร์แทรน 77 และ
ได้ทดสอบบนคอมพิวเตอร์ดิจิทัล พีดีพี 11/24 แล้วนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบกับขีดความสามารถ
ของโปรแกรมสำเร็จรูปที่มีใช้อยู่ เมื่ออาศัยหน่วยความจำกลาง 64 กิโลไบต์และใช้ความเที่ยง
ตรงเชิงคู่ ปรากฏผลเป็นที่น่าพอใจ

ผลการทดสอบปรากฏว่าโปรแกรมสำหรับหาค่าคอมโดยตรงที่ใช้กับ เมตริกซ์สมมาตรที่มี
อยู่แล้วสามารถหาค่าคอมของระบบสมการได้ 54 สมการโดยใช้เวลา 15 วินาที และเป็นระบบ
ใหญ่ที่สุดสำหรับหน่วยความจำกลางที่มีอยู่สามารถทำได้ ระบบสมการเดียวกันนี้โปรแกรมที่จัดทำขึ้น
สามารถหาค่าคอมโดยใช้เวลาเพียง 7 วินาที และยังมีขีดความสามารถหาค่าคอมระบบสมการ
ใหญ่ขึ้นไปอีกได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างแถบและความกว้างของบอร์เตอร์ เมื่อทดลอง
กับระบบสมการขนาด 126 สมการโดยมีความกว้างแถบ 21 ปรากฏว่าสามารถหาค่าคอมภายใน
เวลา 70 วินาที อย่างไรก็ตามก็เพื่อพยายามปรับปรุงโปรแกรมให้หาค่าคอมระบบสมการใหญ่มาก ๆ

โดยใช้หน่วยความจำบนจานแม่เหล็กช่วยปรากฏว่าใช้เวลามากจนไม่เหมาะสำหรับนำมาประยุกต์ใช้

ในส่วนของโปรแกรมหาเมตริกซ์ส่วนกลับ โดยเหตุที่เมตริกซ์ส่วนกลับของเมตริกซ์
สมมาตรแถบ และ เมตริกซ์สมมาตรแบนด์คอร์เตอร์เป็นเมตริกซ์เต็ม ดังนั้นจึงไม่ประหยัดหน่วยความ
จำ และ เวลาที่ใช้เมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมที่มีอยู่แล้วก็ไม่ได้แตกต่างกันนัก อย่างไรก็ตามก็ยัง
มีสิ่งแสดงให้เห็นว่าถ้าหากมีการนำโปรแกรมนี้ไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำใหญ่
ขึ้น โปรแกรมใหม่ซึ่งได้รับปรับปรุงนี้ น่าจะทำให้เวลาของการหาเมตริกซ์ส่วนกลับของเมตริกซ์
สมมาตรแถบและ เมตริกซ์สมมาตรแบนด์คอร์เตอร์ลดลงอย่างมีนัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title A Solution of Banded and Banded-Bordered Normal
Equation Matrices by Recursive Partitioning
Name Mr. Pitoon Kumvongdee
Thesis Advisor Associate Professor Wicha Jiwalai , Ph.D.
Department Survey Engineering
Academic Year 1984



ABSTRACT

In surveying, the coefficient matrix of the normal equations in least squares adjustment can usually be arranged into a banded or banded border symmetric form. Attempts were made to solve the normal equations by both direct solution and matrix inversion taking this special property into consideration. Although there are many possible alternatives after careful analysis the so called "direct solution by recursive partitioning" and "inversion by recursive partitioning" techniques were chosen.

Computer programs written in FORTRAN 77 were prepared and test run on the Digital PDP 11/24 computer. Results are compared with those obtained from computer programs that are available for the solution of symmetric coefficient matrix. Based upon the available 64 K CPU with double precision mode it can be said that the programs serve the objectives.

The test results show that the existing program for direct solution of symmetric coefficient matrix is capable of solving up to 54 equations and consumed 15 seconds for this size. The new program can solve the same set of equations in 7 seconds. Furthermore it can

solve the much larger system but how large dependent on the bandwidth and borderwidth. Attempt was made to solve the system with size 126 and bandwidth 21. The solution can be obtained in 70 seconds. However, the program takes too long to get solution when it is modified to use disk space though larger system of equations can be handled.

In regard to the matrix inversion program since the inversion of banded or banded border matrices are full matrices there is no saving of spaces and time consumption is not much different when comparison between the existing program and this new program is made. However, there is an indication that if the program is installed in a computer having larger memory the modified version of the new program can provide the inversion matrix of the banded or banded border system in a significant shorter time.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำวิจัยต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชา จิวาลัย
ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำที่มีประโยชน์ต่องานวิจัย
ครั้งนี้ พร้อมทั้งผู้ทำวิจัยต้องขอขอบพระคุณต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อันประกอบด้วย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยศ ลักษณะโกเศศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกரியงไกรเพชร และ
อาจารย์สุทธิพงศ์ วิญญูประดิษฐ์ ที่กรุณาสละเวลาในการตรวจแก้ไขคำแนะนำต่อผู้ทำวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ผู้ทำวิจัยขอมอบความดีทั้งหมดที่มีอยู่ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้แก่พ่อและแม่ผู้ซึ่ง
คอยเป็นกำลังใจแก่ผู้ทำวิจัยเสมอมา

ไพฑูรย์ คุ่มวงศ์ดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฐ
สารบัญภาพ.....	ท
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 เหตุผลและสมมุติฐาน.....	2
1.4 ขอบเขตและข้อกำหนด.....	3
1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	3
2. การเก็บค่าธาตุมูลของ เมตริกซ์สมมาตรให้อยู่ในรูปของเวกเตอร์.....	4
2.1 การเก็บ เมตริกซ์สมมาตร.....	4
2.2 การเก็บ เมตริกซ์สมมาตรแถบ.....	6
2.3 การเก็บ เมตริกซ์สมมาตรแบนด์บอร์เดอร์.....	7
2.4 การใช้เวกเตอร์เก็บค่าคงที่ประจำแถว.....	10
2.5 การเก็บระบบคอลแลพซ์.....	13
3. การหาค่าตอบของ เมตริกซ์สมการปกติโดยวิธีรีเคอร์ซีฟพหาคิชั่น.....	16
3.1 การหาค่าตอบโดยตรงโดยวิธีการแบ่งส่วน.....	16
3.2 การหาค่าตอบโดยตรงโดยวิธีรีเคอร์ซีฟพหาคิชั่น.....	19
3.3 การหาค่าตอบโดยตรงของระบบสมการที่มี เมตริกซ์ในรูปแบนด์บอร์- เดออร์โดยวิธีรีเคอร์ซีฟพหาคิชั่น.....	22

สารบัญ: (ต่อ)

	หน้า
4. การทำส่วนกลับของ เมตริกซ์โดยวิธีซีเคอร์ซีฟฟาติชัน.....	26
4.1 การทำส่วนกลับของ เมตริกซ์โดยการแบ่งส่วน.....	26
4.2 การทำส่วนกลับของ เมตริกซ์สมมาตรโดยการแบ่งส่วน.....	29
4.3 การทำส่วนกลับของ เมตริกซ์แถบโดยวิธีซีเคอร์ซีฟฟาติชัน.....	32
4.4 การทำส่วนกลับของ เมตริกซ์แบนด์บอร์เดอร์.....	36
5. คอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์.....	38
5.1 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์.....	38
5.1.1 อุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์.....	38
5.1.2 ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์.....	39
5.2 โปรแกรมหาค่าคอมพิวเตอร์ที่มีโครงสร้างเป็นแบบนัดและแบนด์บอร์เดอร์.....	40
5.2.1 วัตถุประสงค์.....	40
5.2.2 โครงสร้างของโปรแกรม.....	40
5.2.3 รายละเอียดของโปรแกรม.....	43
5.2.4 วิธีการใช้โปรแกรม.....	48
5.2.4.1 วิธีการใช้โปรแกรมย่อย DSBRP.....	48
5.2.4.2 วิธีการใช้โปรแกรมย่อย EDSBRP.....	49
5.3 โปรแกรมหา เมตริกซ์ส่วนกลับของ เมตริกซ์สมมาตรแถบและสมมาตรแบนด์บอร์เดอร์.....	50
5.3.1 วัตถุประสงค์.....	50
5.3.2 โครงสร้างของโปรแกรม.....	51
5.3.3 รายละเอียดของโปรแกรม.....	52
5.3.4 วิธีการใช้โปรแกรม.....	54
5.3.4.1 วิธีการใช้โปรแกรมย่อย KRINV.....	54
5.3.4.2 วิธีการใช้โปรแกรมย่อย KRINV1.....	55
6. การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผล.....	57
6.1 การหาประสิทธิภาพของโปรแกรมในการหาค่าคอมพิวเตอร์ของสมการปกติ..	57

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.1.1	การทดสอบระหว่างโปรแกรม DSBRP กับโปรแกรมDSIMQ..	57
6.1.1.1	จุดประสงค์และวิธีการที่ใช้ในการทดสอบเพื่อ เป็นการเปรียบเทียบการทำงานโดยใช้โปรแกรม ที่สร้างขึ้นกับโปรแกรมที่มีอยู่เดิม.....	57
6.1.1.2	ข้อมูลที่ใช้ทดสอบระหว่างโปรแกรม DSBRP กับ โปรแกรม DSIMQ.....	58
6.1.1.3	การเปรียบเทียบผลการทดสอบ.....	59
6.1.1.4	การวิเคราะห์ผลการทดสอบ.....	59
6.1.2	การทดสอบระหว่างโปรแกรม DSBRP กับ EDSBRP.....	60
6.1.2.1	จุดประสงค์ในการทดสอบ.....	60
6.1.2.2	ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ.....	60
6.1.2.3	การเปรียบเทียบผลการทดสอบ.....	60
6.1.2.4	การวิเคราะห์ผลการทดสอบ.....	60
6.2	การหาประสิทธิภาพของโปรแกรมในการหา เมตริกซ์ส่วนกลับ.....	60
6.2.1	การหาประสิทธิภาพของโปรแกรมในการหา เมตริกซ์ส่วนกลับ ระหว่าง KRINV DMINV และ DSINV.....	61
6.2.1.1	จุดประสงค์และวิธีการที่ใช้ในการทดสอบ.....	61
6.2.1.2	ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ.....	61
6.2.1.3	การเปรียบเทียบ.....	61
6.2.1.4	การวิเคราะห์.....	62
6.2.2	การทดสอบระหว่างโปรแกรม KRINV1 กับโปรแกรม DSINV.....	63
6.2.2.1	จุดประสงค์ในการทดสอบ.....	63
6.2.2.2	ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ.....	63
6.2.2.3	การเปรียบเทียบผลการทดลอง.....	63
6.2.2.4	การวิเคราะห์ผล.....	63
6.3	สรุปผลการวิจัย.....	64

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.4 ข้อเสนอแนะ.....	65
เอกสารอ้างอิง.....	74
ภาคผนวก ก. แสดงแผนผังขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมต่าง ๆ	75
โปรแกรม DSBRP.....	76
โปรแกรม FDSBB.....	86
โปรแกรม FDSBP	94
โปรแกรม BDSBB	106
โปรแกรม KRINV.....	113
โปรแกรม KIBRP.....	118
โปรแกรม KISBP.....	137
โปรแกรม RIBPN.....	140
ภาคผนวก ข. แสดงตัวอย่างผลการคำนวณของโปรแกรมต่าง ๆ	150
โปรแกรม DSBRP.....	151
โปรแกรม DSIMQ.....	178
โปรแกรม KRINV.....	197
โปรแกรม DMINV.....	211
โปรแกรม DSINV.....	239
โปรแกรม KRINV1.....	253
ประวัติ.....	267

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
6.1 เวลาที่โปรแกรม DSBRP และโปรแกรม DSIMQ ใช้ในการคำนวณ.....	67
6.2 เวลาที่โปรแกรม DSBRP และโปรแกรม EDSBRP ใช้ในการคำนวณ.....	68
6.3 เวลาที่โปรแกรม KRINV โปรแกรม DMINV และโปรแกรม DSINV ใช้ในการ คำนวณ.....	69
6.4 เวลาที่โปรแกรม DSINV โปรแกรม KRINV1 ใช้ในการคำนวณ.....	70



 ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

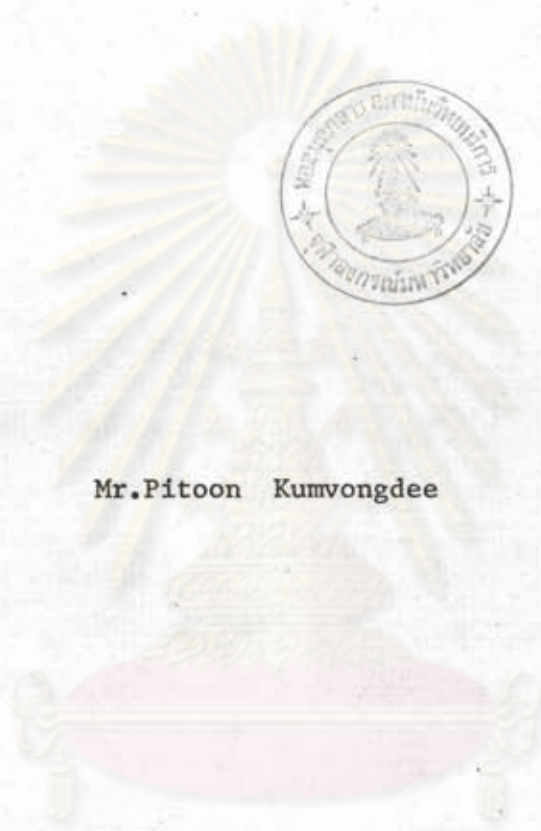
รูปที่		หน้า
2.1	สามเหลี่ยมล่างของ เมตริกซ์สมมาตร A	5
2.2	เวกเตอร์ X	5
2.3	สามเหลี่ยมล่างของ เมตริกซ์สมมาตรแถบ D	6
2.4	เวกเตอร์ Y	7
2.5	เมตริกซ์สามเหลี่ยมล่างของ เมตริกซ์สมมาตรแบนด์คอร์เคอร์ C	8
2.6	เวกเตอร์ Z	9
2.7	สามเหลี่ยมล่างของ เมตริกซ์สมมาตร H	11
2.8	เวกเตอร์ E	11
2.9	เวกเตอร์ F	11
2.10.ก.	โครงสร้างของระบบสมการปกติทั่วไป เต็มรูปและลดรูป	14
2.10.ข.	แสดง เมตริกซ์ที่ถูกลดรูปมาแล้ว	14
2.11.ก.	โครงสร้างแบบ INTERTWINED ของระบบสมการปกติทั่วไป เต็มรูป	15
2.11.ข.	แสดง เมตริกซ์ที่ถูกลดรูปมาแล้ว	15
3.1	สมการปกติ	17
3.2	สมการปกติลดรูป	18
3.3	เมตริกซ์สมการปกติที่อยู่ในรูป เมตริกซ์แถบ	19
3.4	เมตริกซ์สมการปกติลดรูปที่อยู่ในรูป เมตริกซ์แถบ	21
3.5	เมตริกซ์สมการปกติที่อยู่ในรูปแบนด์คอร์เคอร์	23
3.6	เมตริกซ์สมการปกติลดรูปที่อยู่ในรูปแบนด์คอร์เคอร์	25
4.1	เมตริกซ์ A และ เมตริกซ์ B	26
4.2	เมตริกซ์สมมาตรแบ่งเป็นส่วนครึ่งแรก	30
4.3	เมตริกซ์สมมาตรแบ่งเป็นส่วนครึ่งที่ 2	31
4.4	เมตริกซ์สมมาตรแบ่งเป็นส่วนจากมุมล่างขวา	32
4.5	เมตริกซ์แถบแบ่งโดยวิธีรีเคอร์ซีฟพาติชัน	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 เมตริกซ์แบนด์บอร์ดเตอร์ A.....	36
5.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานโดยสังเขปของโปรแกรม DSBRP.....	44
5.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานโดยสังเขปของโปรแกรม KRINV.....	45
6.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของระบบสมการกับเวลาใช้ในการคำนวณของโปรแกรม DSBRP และ SIMQ	71
6.2 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำงานระหว่างโปรแกรม DMINV DSINV และ KRINV.....	72
6.3 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำงานระหว่างโปรแกรม DSINV และ KRINV1.	73

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A SOLUTION OF BANDED AND BANDED-BORDERED NORMAL EQUATION MATRICES
BY RECURSIVE PARTITIONING



Mr.Pitoon Kumvongdee

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Survey Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1985