สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับกำหนดการแบบไม่เชิงเส้น

นางสาวปราณี สุทธิโรจน์อำไพ รหัสประจำตัว 35504111
นางสาววิรัชญา ศุภองค์ประภา รหัสประจำตัว 35504122

วน.
2/4465
2536
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....
6/2539 00

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION PROGRAM FOR NONLINEAR PROGRAMMING

BY

PRANEE SUTTHIROJAUMPAI CODE 35504111
WIRATCHAYA SUPAONGPRAPA CODE 35504122

A Special Project
Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirement for the Degree of Bachelor of Science
Department of Mathematics and Computer Science
Faculty of Science
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อปัญหาพิเศษ	ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับกำหนดการแบบไม่เชิงเส้น ที่มีเงื่อนไขบังคับเป็นแบบเชิงเส้น
โดย	นางสาวปราณี สุทธิโรจน์อำไพ รหัส 35504111
	นางสาววิรัชญา ศุภองค์ประภา รหัส 35504122
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. อุบลวรรณา เงินวิจิตร

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ กรรมการสอบปัญหาพิเศษ ได้ตรวจพิจารณาแล้วจึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2538

_____ หัวหน้าภาควิชา
(รศ.ภัคคินี ชิตสกุล)

_____ ประธานกรรมการ
(อาจารย์กาญจนา คำนึงกิจ)

_____ กรรมการ
(ผศ. พัชรินทร์ เหมโชติ)

_____ กรรมการ
(รศ. อุบลวรรณา เงินวิจิตร)

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษเรื่องระบบคอมพิวเตอร์สำหรับกำหนดการแบบไม่เชิงเส้น เป็นการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสมของปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้นที่มีจำนวนตัวแปรไม่เกิน 3 ตัวแปร โดยจะทำการแก้เฉพาะปัญหาที่มีสมการเงื่อนไขบังคับเป็นแบบเชิงเส้นที่มีจำนวนสมการเงื่อนไขไม่เกิน 5 สมการ โปรแกรมนี้มีความสามารถในการหาค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสมของปัญหาและสามารถพิมพ์ผลลัพธ์พร้อมทั้งรูปแบบของปัญหาออกทางเครื่องพิมพ์ได้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ ช่วยให้เกิดความสะดวกในการคำนวณหาค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสม ประหยัดเวลาในการคำนวณ และสามารถให้ค่าผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

The purpose of this special project is to develope the application for solving the nonlinear programming problem of two or three variables in case of five linear constraints.

This application will find out the optimal solutions of the problem which will make us so convenient to get the exact solution.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะความช่วยเหลือ และเอื้อเฟื้อจากบุคคลต่อไปนี้

รศ. อุบลวรรณา เงินวิจิตร ที่ช่วยให้แนวทางในการวิจัย รวมถึงหนังสือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำปัญหาพิเศษ

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่ให้ความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัย

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ได้ประสาทวิชา ความรู้ทั้งในภาคทฤษฎี ภาคปฏิบัติแก่ผู้จัดทำ จนกระทั่งงานวิจัยสัมฤทธิ์ผลได้ด้วยดีทุกประการ

ขอขอบพระคุณ
คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
1	หน้าจอ fmain	17
2	หน้าจอ fsele1	18
3	หน้าจอ fsele2	19
4	หน้าจอ f2var	20
5	หน้าจอ f3var	21
6	หน้าจอ fget2v	22
7	หน้าจอ fget3v	23
8	หน้าจอ fgetpt2	24
9	หน้าจอ fgetpt3	25
10	หน้าจอ fcpare2	27
11	หน้าจอ fans2	28
12	หน้าจอแสดงการบันทึกแฟ้มข้อมูล	29
13	หน้าจอแสดงการเปิดแฟ้มข้อมูล	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	9
2	10
3	12
4	12
5	13
6	13
7	14
8	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าอนุมัติ
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาไทย
บทคัดย่อปัญหาพิเศษภาษาอังกฤษ
กิตติกรรมประกาศ
สารบัญรูปภาพ
สารบัญตาราง

สารบัญ หน้า
บทที่ 1 บทนำ
ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ 1
รูปแบบของปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้น 1
ตัวอย่างของปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้น 2
วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ 2
ของเขตของการทำปัญหาพิเศษ 2
ขั้นตอนการดำเนินงาน 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและนิยามต่าง ๆ ที่นำมาใช้
นิยามและทฤษฎี 4
วิธี Reduced gradient of Wolfe 6
ตัวอย่าง 9
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย
ขั้นตอนการดำเนินงาน 15
ตารางแผนการทำงาน 16
ส่วนรับข้อมูล 16
ส่วนคำนวณ 26
ส่วนแสดงผลข้อมูล 26
ส่วนจัดการแฟ้มข้อมูล 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การประเมินผลระบบ 31
บทที่ 5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 33
ภาคผนวก
บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ

ในปัจจุบันเห็นได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่สามารถนำไปใช้เป็นพื้นฐานในงานแขนงต่าง ๆ ได้ สำหรับการโปรแกรมแบบไม่เชิงเส้น (Nonlinear Programming) หรือปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้น ก็เป็นวิธีการและเทคนิคทางคณิตศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่ง ที่เป็นพื้นฐานของการวิจัยและการดำเนินงาน การประยุกต์ใช้วิธีการของกำหนดการแบบไม่เชิงเส้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาและช่วยในการตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางการดำเนินงานที่ดีที่สุด

ในที่นี้ เราจะกล่าวถึงการแก้ปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้นที่มีเงื่อนไขบังคับเป็นแบบเชิงเส้น (Linear Constraint) และจะพิจารณาในกรณีที่ฟังก์ชันเป้าหมายอยู่ในรูปพหุนามที่มีกำลังสูงสุดไม่เกินสอง โดยใช้วิธี Reduced Gradient Method of Wolfe ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหาที่มีเงื่อนไขเป็นแบบเชิงเส้น ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนมากนักและให้ผลเฉลยเป็นที่น่าพอใจเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น

โดยทั่วไปในการแก้ปัญหาการโปรแกรมแบบไม่เชิงเส้น มีความยุ่งยากและต้องใช้เวลาในการแก้ปัญหามากพอสมควร ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงได้มีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้น เพื่ออำนวยความสะดวกในการแก้ปัญหาให้เป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

รูปแบบของปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้น

หาค่าต่ำสุด $f(\mathbf{x})$

ภายใต้เงื่อนไข $g_i(\mathbf{x}) \leq 0$ สำหรับ $i = 1,..,m$

$h_i(\mathbf{x}) = 0$ สำหรับ $i = 1,..,l$

$\mathbf{x} \in X$

เมื่อ $f, g_1,...,g_m, h_1,...,h_l$ เป็นฟังก์ชันที่กำหนดค่าบนเซต E_n โดย E_n คือ เซตของจุด, $X \subseteq E_n$ เป็นเซตของเวกเตอร์ที่มีมิติ n, $\mathbf{x}$ เป็นเวกเตอร์ที่มีส่วน ประกอบเป็น $x_1,x_2,...,x_n$

การแก้ปัญหา คือ การหาค่า $x_1,x_2,...,x_n$ ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขและค่า $f(\mathbf{x})$ เป็นค่าต่ำสุด เมื่อ f คือ ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function or Criterion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Function) และฟังก์ชันเงื่อนไข $g_i(\mathbf{x}) \leq 0$, i=1,..,m คือ เงื่อนไขบังคับที่ไม่เท่ากัน (Inequality Constraint), $h_i(\mathbf{x}) = 0$, i= 1,..,l คือ เงื่อนไขบังคับที่เท่ากัน (Equality Constraint)

เราเรียก $\mathbf{x} \in X$ ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขบังคับทั้งหมดว่า ผลเฉลยที่เป็นไปได้ (Feasible Solution) ถ้ามีจุด $\mathbf{z}$ ที่เป็นผลเฉลยที่เป็นไปได้ และ $f(\mathbf{z}) \leq f(\mathbf{x})$ ทุกๆ จุด $\mathbf{x}$ ซึ่งเป็นผลเฉลยที่เป็นไปได้ เราเรียก $\mathbf{z}$ ว่าเป็นผลเฉลยเหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) หรือเรียกว่าผลเฉลยของปัญหาดังกล่าว

ปัญหาอาจมีรูปแบบเป็นการหาค่าสูงสุดและเงื่อนไขบังคับอาจเป็นแบบมากกว่า หรือเท่ากับ เราสามารถจัดรูปแบบให้มีรูปแบบดังปัญหาข้างบนได้ โดยการคูณค่าลบหนึ่งตลอดทั้งฟังก์ชัน เพื่อเปลี่ยนรูปแบบของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบการหาค่าต่ำสุด และเปลี่ยนรูปแบบของสมการเงื่อนไขบังคับให้อยู่ในรูปน้อยกว่าหรือเท่ากับได้

ตัวอย่างปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้น

ค่าต่ำสุด $(x_1-3)^2+(x_2-2)^2$

ภายใต้เงื่อนไข $5x_1 - 3x_2 - 3 \leq 0$

$x_2 - 1 \leq 0$

$x_1 , x_2 \geq 0$

ในปัญหานี้มีฟังก์ชันเป้าหมายคือ $f(\mathbf{x}) = (x_1-3)^2+(x_2-2)^2$

ฟังก์ชันที่เป็นเงื่อนไขบังคับ $g_1(\mathbf{x}) = 5x_1 - 3x_2 - 3$

$g_2(\mathbf{x}) = x_2 - 1$

วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

เป็นการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดความยุ่งยากในการแก้ปัญหาในงานต่าง ๆ โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และใช้วิธี Reduced Gradient Method of Wolfe หาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของปัญหานั้น ๆ

ขอบเขตของการทำปัญหาพิเศษ

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ เป็นการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อหาผลเฉลยที่ดีที่สุดของปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้น ที่มีเงื่อนไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บังคับเป็นแบบเชิงเส้น โดยมีฟังก์ชันเป้าหมายอยู่ในรูปของพหุนามที่มีกำลังสูงสุดไม่เกินสองและมีตัวแปรไม่เกิน 3 ตัวแปร

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. กำหนดรูปแบบของปัญหาที่จะศึกษา
2. ศึกษาภาษา Visual Basic เพื่อนำมาใช้ในการสร้างโปรแกรม
3. ศึกษาทฤษฎีและนิยามต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
4. เขียนผังงานในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (FLOW CHART)
5. สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามผังงานที่วางไว้ในขั้นตอนที่ 4
6. ทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรม
7. ทำเอกสารประกอบการใช้งานโปรแกรม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

โปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้จัดทำขึ้นในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ผู้จัดทำคาดหวังว่าจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการแก้ปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้น ที่มีเงื่อนไขบังคับเป็นแบบเชิงเส้น โดยมีฟังก์ชั่นเป้าหมายอยู่ในรูปของพหุนามที่มีกำลังสูงสุดไม่เกิน 2 และมีตัวแปรไม่เกิน 3 ตัวแปร ให้มีความสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการใช้งานเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างรวดเร็ว ตามแนวทางที่ให้ผลที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและนิยามต่าง ๆ ที่นำมาใช้

นิยามที่ 1

f เป็นฟังก์ชันที่มีค่าสูงสุดสัมพัทธ์ (relative maximum) ที่จุด x_0 ถ้ามี จำนวนบวก h ที่ทำให้ $f(x) \leq f(x_0)$ สำหรับทุก ๆ $x \in (x_0 - h , x_0 + h)$ เราจะ เรียกจุด $(x_0,f(x_0))$ ว่าเป็น จุดสูงสุดสัมพัทธ์ (relative maximum point) ของ f

f เป็นฟังก์ชันที่มีค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ (relative minimum) ที่จุด x_1 ถ้ามี จำนวนบวก k ที่ทำให้ $f(x) \geq f(x_1)$ สำหรับทุก ๆ $x \in (x_1 - k , x_1 + k)$ เราจะ เรียกจุด $(x_1,f(x_1))$ ว่าเป็น จุดต่ำสุดสัมพัทธ์ (relative minimum point) ของ f

นิยามที่ 2

กำหนดให้ f เป็นฟังก์ชันที่หาค่าได้บนช่วง I เราจะกล่าวว่า f มีค่าสูงสุดสัมบูรณ์ (absolute maximum) ที่จุด x_0 ในช่วง I ถ้า $f(x) \leq f(x_0)$ สำหรับทุก ๆ $x \in I$ เราจะเรียกจุด $(x_0,f(x_0))$ ว่าเป็น จุดสูงสุดสัมบูรณ์ (absolute maximum point) ของ f

ในทำนองเดียวกัน เราจะเรียก f เป็นฟังก์ชันที่มีค่าต่ำสุดสัมบูรณ์ (absolute minimum) ที่จุด x_1 ในช่วง I ถ้า $f(x) \geq f(x_1)$ สำหรับทุก ๆ $x \in I$ เราจะเรียกจุด $(x_1,f(x_1))$ ว่าเป็น จุดต่ำสุดสัมบูรณ์ (relative minimum point) ของ f

นิยามที่ 3

ค่าวิกฤติ (critical value) ของฟังก์ชัน f คือ ค่าของ x ที่ทำให้ $f'(x) = 0$

จุดวิกฤติ (critical point) ของฟังก์ชัน f คือ จุด (x,f(x)) บนกราฟของฟังก์ชัน f โดยที่ x เป็นค่าวิกฤติของ f

หมายเหตุ จากนิยามที่ 3 นี้จะเห็นว่า จุดสูงสุด จุดต่ำสุด สัมพัทธ์ทุกจุดของ f เป็นจุดวิกฤติเสมอ

นิยามที่ 4

เมทริกซ์ย่อยของเมทริกซ์ A คือ เมทริกซ์ที่ได้จาก A โดยการตัดแถวทั้งแถวของ A และ (หรือ)สดมภ์ทั้งสดมภ์ของ A ทิ้งไป

ทั้งนี้การตัดแถวหรือสดมภ์ของ A อาจตัดทิ้งได้มากกว่า 1 แถวหรือมากกว่า 1สดมภ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยามที่ 5

1. **ตัวกำหนด**ของเมทริกซ์จตุรัสมิติ 1×1

$A = [a]$ คือ a

2. ถ้า A เป็นเมทริกซ์จตุรัสมิติ $n\times n$ โดยที่ $n \geq 2$ และ

$A = [a_{ij}]_{n\times n}$

แล้ว**ตัวกำหนด**ของ A เป็นดังนี้

สำหรับแถว i ใดๆ ของ A ตัวกำหนดของ A เขียนแทนด้วย $\det(A)$ โดยที่

$$\det(A) = (-1)^{i+1} a_{i1}\det(A)(i|1) + (-1)^{i+2} a_{i2}\det(A)(i|2) +....+ (-1)^{i+n} a_{in}\det(A)(i|n)$$

หมายเหตุ สำหรับสูตรการหาค่าตัวกำหนดในนิยามนี้ เรียกว่า **การกระจายสำหรับตัวกำหนดของ A ตามแถว** i

ทฤษฎีที่ 1

เมทริกซ์จัตุรัส A จะหาเมทริกซ์ผกผัน (inverse matrix) ได้ ก็ต่อเมื่อ $\det(A) \neq 0$

นิยามที่ 6

ถ้า A เป็นเมทริกซ์จัตุรัส แล้วไมเนอร์ของสมาชิก a_{ij} เขียนแทนด้วย M_{ij} คือ ตัวกำหนดของเมทริกซ์ย่อยที่ได้จากการตัดแถวที่ i ตัดสดมภ์ที่ j ออกจาก A และจำนวน $(-1)^{i+j} M_{ij}$ เขียนแทนด้วย C_{ij} เรียกว่า โคแฟกเตอร์ของสมาชิก a_{ij}

สำหรับการหา minor และ cofactor สามารถหาได้ดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 1 & 5 & 1 \\ 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

เราได้ $M_{11} = (5\times1) - (2\times1) = 3$

เพราะฉะนั้น $C_{11} = (-1)^{1+1} \times 3 = 3$

$M_{12} = (1\times1) - (2\times1) = -1$

เพราะฉะนั้น $C_{11} = (-1)^{1+2} \times (-1) = 1$ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยามที่ 7

ถ้า A เป็นเมทริกซ์ขนาด $n \times n$ และ C_{ij} เป็นโคแฟกเตอร์ของสมาชิก a_{ij} แล้วเรียกเมทริกซ์

$$\begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \cdots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \cdots & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \cdots & C_{nn} \end{bmatrix}$$

ว่าเป็นเมทริกซ์โคแฟกเตอร์ของ A และการสลับเปลี่ยนของเมทริกซ์นี้เรียกว่า เมทริกซ์ผูกพัน (adjoint matrix) ของ A และเขียนแทนด้วย adj(A) เมื่อ $\text{adj}(A) = [C_{ij}]^t_{n \times n}$

บทแทรกทฤษฎีที่ 1

ถ้า $\det(A) \neq 0$ แล้ว $A^{-1} = \frac{1}{\det(A)} \text{adj}(A)$

หมายเหตุ ตัวผกผันของเมทริกซ์เอกลักษณ์ คือ เมทริกซ์เอกลักษณ์

วิธี REDUCED GRADIENT OF WOLFE

วิธีนี้อาศัยการลดขนาดหรือมิติของปัญหา โดยการแสดงตัวแปรทั้งหมดในรูปของสับเซตของตัวแปรที่เป็นอิสระกัน วิธี Reduced Gradient นี้ถูกพัฒนาขึ้นมาเป็น ครั้งแรกโดย Wolfe (1963) เพื่อแก้ปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้นที่มีเงื่อนไขบังคับ เป็นแบบเชิงเส้น ให้พิจารณาปัญหาต่อไปนี้

ค่าต่ำสุด $f(x)$

ภายใต้เงื่อนไข $Ax = b$

$x \geq 0$

หมายเหตุ จำนวนสมการเงื่อนไขบังคับต้องมีมากกว่าจำนวนตัวแปร

ซึ่งจะต้องมีการจัดเงื่อนไขบังคับของปัญหาที่อยู่ในรูปแบบ $Ax \leq 0$ ให้อยู่ในรูปแบบ $Ax = b$ โดยการเติมตัวแปรขาด (slack variable) เมื่อ A เป็นเมทริกซ์ที่มีมิติ $m \times n$ และ b เป็นเวกเตอร์ที่มีพิสัย m และ f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องที่หาอนุพันธ์ได้บน E_n และเราสามารถแบ่งเมทริกซ์ A ออกเป็น [B,N] เมื่อ B เป็นเมทริกซ์ที่มีมิติ $m \times m$ และกำหนดให้ $\mathbf{x}$ เป็นผลเฉลยที่เป็นไปได้ แล้วเราสามารถแบ่ง $\mathbf{x}^t$ ออกเป็น $[\mathbf{x}^t_B, \mathbf{x}^t_N]$ เมื่อ $\mathbf{x}_B > 0$ และเรียก $\mathbf{x}_B$ ว่าเป็นเวกเตอร์มูลฐาน (basic matrix) และเรียก $\mathbf{x}_N$ ว่าเวกเตอร์ไม่เป็นมูลฐาน (nonbasic matrix)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีที่ 2

พิจารณาปัญหา ค่าต่ำสุด $f(x)$

ภายใต้เงื่อนไข $Ax = b$

$x \geq 0$

โดยที่ A เป็นเมตริกซ์ขนาด $m \times n$

b เป็นเวคเตอร์ขนาด m

ให้ $\mathbf{x}$ เป็นผลเฉลยที่เป็นไปได้แล้ว $\mathbf{x}^t = (\mathbf{x}_B^t, \mathbf{x}_N^t)$ และ $\mathbf{x}_B > 0$

โดย A แบ่งเป็น [B,N] และ B เป็นเมตริกซ์ขนาด $m \times m$ ที่หาเมทริกซ์ผกผันได้

ถ้าให้ f หาอนุพันธ์ได้ที่ $\mathbf{x}$ และให้

$$r^t = \nabla f(x)^t - \nabla_B f(x)^t B^{-1} A$$

ให้ $d^t = (d_B^t, d_N^t)$ มีรูปแบบทิศทางดังนี้

สำหรับแต่ละส่วนประกอบที่ไม่เป็นมูลฐาน j

ให้ $d_j = -r_j$ ถ้า $r_j \leq 0$

หรือ $d_j = -x_j r_j$ ถ้า $r_j > 0$

แล้วให้ $d_B = B^{-1} N d_N$

ถ้า $d \neq 0$ แล้ว d เป็น improving feasible direction

และค่า $d = 0$ ก็ต่อเมื่อ $\mathbf{x}$ เป็นผลเฉลยเหมาะสมที่สุดของปัญหา

REDUCED GRADIENT ALGORITHM

Initialization step

เลือกจุด $\mathbf{x}_1$ ที่เป็นไปตามเงื่อนไข $A\mathbf{x}_1 = b$, $\mathbf{x}_1 \geq 0$

กำหนดให้ $k = 1$ แล้วไป main step

main step

1. ให้ I_k = Index set ของ m ส่วนประกอบที่ใหญ่ที่สุดของ $\mathbf{x}_k$

จาก A ให้ $B = \{ a_j ; j \in I_k \}$ และ $N = \{ a_j ; j \notin I_k \}$

โดยอยู่ในรูปแบบดังนี้

$\mathbf{x}_k$	
B	N

หลังจากนั้นทำการจัดรูป A ใหม่โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

x_k	
I	$B^{-1}N$

เพราะฉะนั้น จะได้ $B = I$ และ $N = B^{-1}N$

หา Reduced Gradient ได้จาก

$$r^t = \nabla f(x_k)^t - \nabla_B f(x_k)^t A \quad (\text{เพราะว่า } B^{-1} = I) \qquad (a)$$

หา d_N เมื่อ $j \notin I_k$

$$d_j = \begin{cases} -r_j & , \ r_j \le 0 \\ -x_j . r_j & , \ r_j > 0 \end{cases} \qquad (b)$$

หา d_B จาก

$$d_B = -N\, d_N \quad (\text{เพราะว่า } B^{-1} = I) \qquad (c)$$

แล้วให้ $d_k^t = (d_B^t, d_N^t)$

2. แก้ปัญหา

ค่าต่ำสุด $f(x_k + \lambda d_k)$

ภายใต้เงื่อนไข $0 \le \lambda \le \lambda_{max}$

โดย

$$\lambda_{max} = \begin{cases} \min\limits_{1 \le j \le n} \left\{ x_{jk} / d_{jk} : \ d_{jk} < 0 \right\} & , \ d_k < 0 \\ \infty & , \ d_k \ge 0 \end{cases} \qquad (d)$$

x_{jk} , d_{jk} เป็นส่วนประกอบที่ j ของ x_k และ d_k ให้ λ_k เป็นผลเฉลยที่เหมาะสม และให้ $x_{k+1} = x_k + \lambda_k d_k$ แทน k ด้วย k+1

ถ้า $d_k = 0$ หยุด, x_k คือ ผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด มิฉะนั้นกลับไปทำขั้นที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง

ค่าต่ำสุด $2x_1^2 + 2x_2^2 - 2x_1 x_2 - 4x_1 - 6x_2$

ภายใต้เงื่อนไข $x_1 + x_2 \leq 2$

$x_1 + 5x_2 \leq 5$

$x_1 , x_2 \geq 0$

ต้องจัดฟังก์ชันเงื่อนไขให้อยู่ในรูปของ $Ax = b$ ก่อนโดย การเพิ่มตัวแปรขาด คือ $x_3 , x_4 \geq 0$ ดังนั้น

$$x_1 + x_2 + x_3 = 2$$

$$x_1 + 5x_2 + x_4 = 5$$

เราจะเริ่มขั้นตอนด้วยจุด $\mathbf{x}_1 = (0,0,2,5)^t$

$$\nabla f(\mathbf{x}) = (4x_1 - 2x_2 - 4, 4x_2 - 2x_1 - 6, 0, 0)^t$$

<u>รอบ 1</u>

search direction ที่จุด $\mathbf{x}_1 = (0,0,2,5)^t$ เราได้ $\nabla f(\mathbf{x}_1) = (-4,-6, 0, 0)$

เราได้ $I_1 = \{3,4\}$ ดังนั้น $B = [a_3,a_4]$ และ $N = [a_1,a_2]$

หา Reduced gradient ได้จาก

$$r^t = (-4,-6, 0, 0) - \begin{bmatrix}0 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1 & 1 & 1 & 0\\ 1 & 5 & 0 & 1\end{bmatrix} = (-4,-6, 0, 0)$$

		x_1	x_2	x_3	x_4
$\mathbf{x}_1$		0	0	2	5
$\nabla f(\mathbf{x}_1)$		-4	-6	0	0
$\nabla_B f(\mathbf{x}_1) = [0,0]^t$	x_3	1	1	1	0
	x_4	1	5	0	1
r		-4	-6	0	0

ตารางที่ 1

จากตาราง เนื่องจาก B เป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์ เพราะฉะนั้น $B^{-1}N = N$ เดิม

เราได้ $d_N = (d_1,d_2)^t = (4,6)^t$ (จาก (b))

เราหา d_B ได้จาก

$$d_B = (d_3,d_4)^t = -N\, d_N = -\begin{bmatrix}1 & 1\\ 1 & 5\end{bmatrix}\begin{bmatrix}4\\ 6\end{bmatrix} = (-10,-34)^t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\therefore$ direction vector คือ $d_1 = (4,6,-10,-34)^t$

line search เริ่มจาก $x_1 = (0,0,2,5)^t$ เราต้องการที่จะหาค่าต่ำสุดของฟังก์ชันที่เป็นไปตามทิศทาง $d_1 = (4,6,-10,-34)^t$

โดย λ_{max} หาได้ดังนี้

$$\lambda_{max} = \min\{ 2/10, 5/34\} = 5/34$$

และ $f(x_1 + \lambda_1 d) = 56\lambda^2 - 52\lambda$

$\therefore$ λ_1 เป็นผลเฉลยของปัญหา

ค่าต่ำสุด $56\lambda^2 - 52\lambda$

ภายใต้เงื่อนไข $0 \leq \lambda \leq 5/34$

หา λ_1 ได้โดยการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันเป้าหมายแล้วนำไปเท่ากับศูนย์

เราได้ $112\lambda - 52 = 0$

$\lambda = 52/112$

เมื่อเปรียบเทียบค่า λ ที่หาได้ ซึ่งเท่ากับ $52/112$ กับค่า λ_{max} ซึ่งเท่ากับ $5/34$ พบว่า $52/112 > 5/34$ เราเลือกค่า $\lambda_1 = 5/34$

เมื่อได้ $\lambda_1 = 5/34$

$\therefore$ $x_2 = x_1 + \lambda_1 d_1 = (10/17, 15/17, 9/17, 0)^t$

<u>รอบ 2</u>

search direction ที่จุด $x_2 = (10/17, 15/17, 9/17, 0)^t$

เราได้ $I_2 = \{1,2\}$ ดังนั้น $B = [a_1,a_2]$ และ $N = [a_3,a_4]$

$\nabla f(x_2) = (-58/17, -62/17, 0, 0)^t$

ข้อมูลแสดงได้ดังตารางที่ 2 โดยแถวของ x_1 และ x_2 ได้จากการปรับค่า B,N จากตารางในรอบแรก

		x_1	x_2	x_3	x_4
x_2		10/17	15/17	9/17	0
$\nabla f(x_2)$		-58/17	-62/17	0	0
$\nabla_B f(x_2) = [-58/17,-62/17]^t$	x_1	1	0	5/4	-1/4
	x_2	0	1	-1/4	1/4
r		0	0	57/17	1/17

ตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หา Reduced gradient ได้จาก

$$r^t = (-58/17, -62/17, 0, 0) - \begin{bmatrix}-58/17 & -62/17\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1 & 0 & 5/4 & -1/4\\ 0 & 1 & -1/4 & 1/4\end{bmatrix}$$

$$= (0, 0, 57/17, 1/17)$$

เราได้ $d_3 = -(9/17)(57/17) = -513/289$, $d_4 = 0$

$\therefore$ $d_N = (-513/289, 0)^t$

และ $$d_B = (d_1,d_2)^t = -\begin{bmatrix}5/4 & -1/4\\ -1/4 & 1/4\end{bmatrix}\begin{bmatrix}-513/289\\ 0\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}2565/1156\\ -513/1156\end{bmatrix}$$

$\therefore$ search direction ใหม่ คือ

$$d_2 = (2565/1156, -513/1156, -513/289, 0)^t$$

line search เริ่มจาก $x_2=(10/17, 15/17, 9/17, 0)^t$ เราต้องการจะหาค่าต่ำสุดของฟังก์ชันที่เป็นไปตามทิศทาง $d_2=(2565/1156,-513/1156,-513/289, 0)^t$ ค่า λ ที่ มากที่สุดที่ $x_2 + \lambda d_2$ เป็นไปได้หาได้ดังนี้

$$\lambda_{max} = \min\left\{\frac{-15/17}{-513/1156}, \frac{-9/17}{-513/289}\right\} = 17/57$$

และ $f(x_2 + \lambda d_2) = 12.21\lambda^2 - 5.95\lambda - 6.436$

$\therefore$ λ_2 เป็นผลเฉลยของปัญหา

ค่าต่ำสุด $12.21\lambda^2 - 5.95\lambda - 6.436$

ภายใต้เงื่อนไข $0 \le \lambda \le 17/57$

หา λ_2 ได้โดยการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันเป้าหมายแล้วนำไปเท่ากับศูนย์

เราได้ $\lambda = 68/279$

เมื่อเปรียบเทียบค่า λ ที่หาได้ ซึ่งเท่ากับ 68/279 กับค่า λ_{max} ซึ่งเท่ากับ 17 /57

พบว่า 17/57 > 68/279 เราเลือกค่า $\lambda_2 = 68/279$

เมื่อได้ $\lambda_2 = 68/279$

$\therefore$ $x_3 = x_2 + \lambda_2 d_2 = (35/31, 24/31, 3/31, 0)^t$

<u>รอบ 3</u>

search direction ที่จุด $x_3 = (35/31, 24/31, 3/31, 0)^t$

เราได้ $I_3= \{1,2\}$ ดังนั้น $B = [a_1,a_2]$ และ $N = [a_3,a_4]$

เนื่องจาก $I_3 = I_2$ ตารางในรอบ 2 สามารถนำมาใช้ได้

$\nabla f(x_3)=(-32/31,-160/31, 0, 0)^t$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		x_1	x_2	x_3	x_4
x_3		35/31	24/31	3/31	0
$\nabla f(x_3)$		-32/31	-160/31	0	0
$\nabla_B f(x_3)=[-32/31,160/31]^t$	x_1	1	0	5/4	-1/4
	x_2	0	1	-1/4	1/4
r		0	0	0	32/31

ตารางที่ 3

หา Reduced gradient ได้จาก

$$r^t = (-32/31, -160/31, 0, 0) - \begin{bmatrix}-32/31 & -160/31\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1 & 0 & 5/4 & -1/4\\ 0 & 1 & -1/4 & 1/4\end{bmatrix}$$

$$= (0, 0, 0, 32/31)$$

เราได้ $d_N = (d_3,d_4)^t = (0, 0)^t$ และ $d_B = (d_1,d_2)^t = (0, 0)^t$

นั่นคือ $d = 0$ และผลเฉลย x_3 เป็นผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด

ต่อไปจะเป็นตารางสรุปการคำนวณโดยวิธี Reduced Gradient Method สำหรับตัวอย่างนี้

รอบที่ k	x_k	$f(x_k)$	x_{k+1}
1	(0,0,2,5)	0.0	(10/17,15/17,9/17,0)
2	(10/17,15/17,9/17,0)	-6.436	(35/31,24/31,3/31,0)
3	(35/31,24/31,3/31,0)	-7.16	

ตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอย่างเดียวกันนี้หากกำหนดจุดเริ่มต้นใหม่ คือ $\mathbf{x}_1 = (0,1,1,0)^t$

<u>รอบ 1</u> เราได้ $I_1 = \{2,3\}$ ดังนั้น $B = [a_2,a_3]$ และ $N = [a_1,a_4]$

$$\nabla f(\mathbf{x}_1) = (-6,-2,0,0)^t$$

		x_1	x_2	x_3	x_4
$\mathbf{x}_1$		0	1	1	0
$\nabla f(\mathbf{x}_1)$		-6	-2	0	0
$\nabla_B f(\mathbf{x}_1) = [-2,0]^t$	x_2	1/5	1	0	1/5
	x_3	4/5	0	1	-1/5
r		-28/5	0	0	2/5

ตารางที่ 5

เราได้ ค่า $r^t = (-28/5,0,0,2/5)^t$ และค่า $d_1 = (28/5,-28/25,-112/25,0)^t$

เมื่อ $\lambda_1 = 25/124$

$\therefore \mathbf{x}_2 = (35/31,24/31,3/31,0)^t$

<u>รอบ 2</u> ที่จุด $\mathbf{x}_2 = (35/31, 24/31, 3/31, 0)^t$

เราได้ $I_2 = \{1,2\}$ ดังนั้น $B = [a_1,a_2]$ และ $N = [a_3,a_4]$

$$\nabla f(\mathbf{x}_3) = (-32/31,-160/31, 0, 0)^t$$

		x_1	x_2	x_3	x_4
$\mathbf{x}_2$		35/31	24/31	3/31	0
$\nabla f(\mathbf{x}_2)$		-32/31	-160/31	0	0
$\nabla_B f(\mathbf{x}_2) = [-32/31,160/31]^t$	x_1	1	0	5/4	-1/4
	x_2	0	1	-1/4	1/4
r		0	0	0	32/31

ตารางที่ 6

เราได้ $r^t = (0, 0, 0, 32/31)$

$d_N = (d_3,d_4)^t = (0, 0)^t$

$d_B = (d_1,d_2)^t = (0, 0)^t$

นั่นคือ $d = 0$ และผลเฉลย $\mathbf{x}_2$ เป็นผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับตารางสรุปการคำนวณโดยวิธี Reduced Gradient Method สำหรับตัวอย่างนี้ คือ

รอบที่ k	x_k	$f(x_k)$	x_{k+1}
1	(0,1,1,0)	-4.0	(35/31,24/31,3/31,0)
2	(35/31,24/31,3/31,0)	-7.16	

ตารางที่ 7

จะเห็นว่าถ้าเราเริ่มต้นที่จุดที่ใกล้เคียงกับผลเฉลยที่เหมาะสมมากเท่าไหร่ จำนวนรอบในการคำนวณก็จะน้อยลงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การทำปัญหาพิเศษมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. กำหนดรูปแบบของปัญหาที่จะศึกษา โดยอยู่ในรูปแบบดังนี้
   - ปัญหากำหนดการแบบไม่เชิงเส้น ที่มีเงื่อนไขบังคับเป็นแบบเชิงเส้น
   - ฟังก์ชันเป้าหมายมีกำลังสูงสุดไม่เกิน 2
   - จำนวนตัวแปรไม่เกิน 3 ตัวแปร

   รวมถึงรูปแบบวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และเปรียบเทียบผลลัพธ์ ได้จากวิธีการต่างๆ เพื่อเลือกรูปแบบวิธีการที่เหมาะสม
2. ศึกษา Microsoft Visual Basic เพื่อนำมาใช้ในการสร้างโปรแกรม
3. ศึกษาทฤษฎีบทและนิยามต่าง ๆ , ขั้นตอนและวิธีการในการแก้ปัญหาของ รูปแบบวิธีการที่เลือกนำมาใช้อย่างละเอียด
4. ทำเอกสารเกี่ยวกับรูปแบบ, วิธีการและขอบเขตในการแก้ปัญหา
5. เขียนผังงานเพื่อใช้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์
6. สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตามผังงานที่ได้วางไว้ในขั้นที่ 5
7. ทดสอบการทำงานโปรแกรม
8. ทำเอกสารประกอบการใช้งานโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแผนการทำงาน

	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
ศึกษารูปแบบ, วิธีการแก้ปัญหา และทำเอกสารส่วนแรก	●—●				
เขียนผังงานโปรแกรม	●	●——			
สร้างโปรแกรม		●	———	——●	
ทดสอบและทำเอกสารประกอบโปรแกรม				●	——●

ตารางที่ 8

เมื่อได้กล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานพร้อมทั้งตารางการทำงานอย่างคร่าว ๆ แล้ว ในส่วนต่อไปจะได้กล่าวส่วนการทำงานส่วนต่าง ๆ ของระบบคอมพิวเตอร์สำหรับกำหนดการแบบไม่เชิงเส้นที่มีเงื่อนไขบังคับเป็นแบบเชิงเส้น โดยสามารถแบ่งส่วนการทำงานได้ดังนี้

- ส่วนรับข้อมูล
- ส่วนคำนวณ
- ส่วนแสดงผลข้อมูล
- ส่วนจัดการแฟ้มข้อมูล

ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดในแต่ละส่วนดังนี้

ส่วนรับข้อมูล

ส่วนรับข้อมูลประกอบด้วยหน้าจอต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1. หน้าจอ fmain

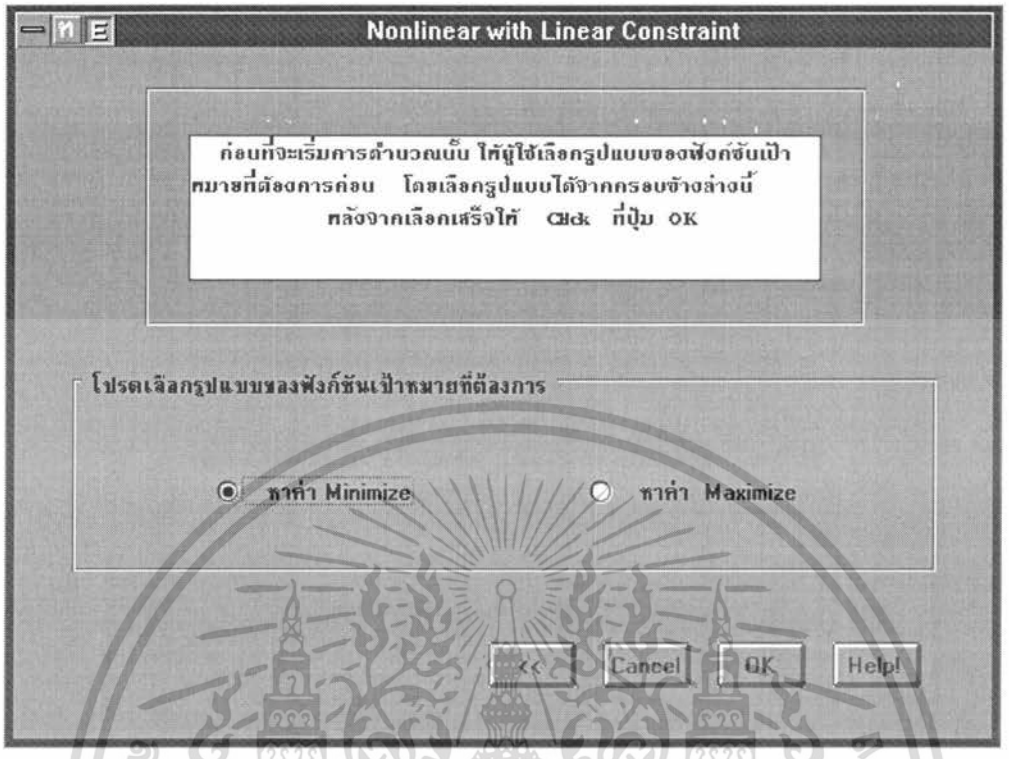
รูปที่ 1

หน้าจอนี้มีไว้สำหรับให้ผู้ใช้เลือกรายการเพื่อป้อนข้อมูล ซึ่งมี 5 รายการดังนี้

- **เลือกทำโจทย์ข้อใหม่** เลือกเพื่อต้องการเริ่มทำปัญหาข้อใหม่
- **เลือกดูโจทย์เก่า ที่มีอยู่แล้ว** เพื่อดูโจทย์เก่าที่ได้มีการคำนวณมาแล้ว และได้บันทึกเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูล
- **เกี่ยวกับโปรแกรมนี้** อธิบายรายละเอียดคร่าว ๆ ของโปรแกรมนี้
- **HELP!** เป็นส่วนช่วยเหลือ โดยอธิบายให้ผู้ใช้ทราบว่าหน้าจอนี้มีวิธีใช้อย่างไร
- **จบการทำงาน** เพื่อยกเลิกการทำงานของโปรแกรมเมื่อผู้ใช้เลือกรายการได้แล้วให้ใช้ mouse click ที่ปุ่ม OK เพื่อให้โปรแกรมทำงานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน้าจอ fsele1



รูปที่ 2

หน้าจอนี้มีรายการให้ผู้ใช้ได้เลือกรูปแบบของปัญหาที่ต้องการซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ

- หาค่า Minimize (สำหรับปัญหาในรูปค่าต่ำสุด)
- หาค่า Maximize (สำหรับปัญหาในรูปค่าสูงสุด)

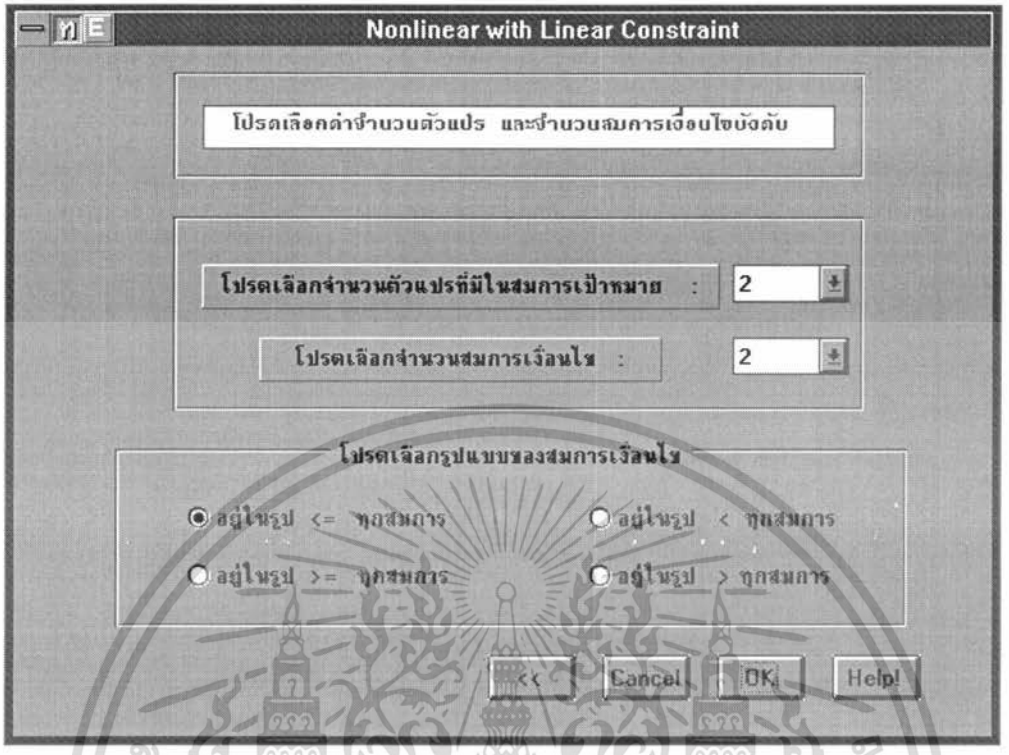
นอกจากนั้นยังมีปุ่มรายการ ซึ่งประกอบด้วย

- << มีไว้สำหรับย้อนกลับไปทำหน้าจอก่อนหน้านี้ คือ หน้าจอ fmain
- Cancel มีไว้สำหรับยกเลิกการทำ โดยเมื่อเลือกปุ่มนี้จะปรากฏข้อความขึ้นมาเพื่อสอบถามผู้ใช้ว่าจะเลิกการทำงานจริงหรือไม่
- OK เมื่อผู้ใช้เลือกปุ่มนี้จะเป็นการเลือกเพื่อทำงานในหน้าจอต่อไป
- Help! เป็นส่วนช่วยเหลือผู้ใช้ในกรณีที่ผู้ใช้ไม่ทราบว่าหน้าจอนี้ใช้งานอย่างไร

ซึ่งปุ่มรายการทั้ง 4 นี้มีอยู่ในทุกหน้าจอรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หน้าจอ fsele2



รูปที่ 3

ในส่วนของหน้าจอนี้มีรายการให้ผู้ใช้เลือก คือ

- จำนวนตัวแปรที่มีในสมการเป้าหมาย ซึ่งมีได้ 2 ถึง 3 ตัวแปร
- จำนวนสมการเงื่อนไข ซึ่งมีได้ 2 ถึง 5 สมการ
- รูปแบบของสมการเงื่อนไข ซึ่งมี 4 รูปแบบ คือ <, <=, > ,>=

โดยในหน้าจอนี้มีการตรวจสอบเงื่อนไข คือ จำนวนของตัวแปรที่มีในสมการเป้าหมายต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนสมการเงื่อนไข โปรแกรมจึงทำงานได้ โดยถ้าใส่จำนวนสมการน้อยกว่าเงื่อนไขน้อยกว่าจำนวนตัวแปร จะปรากฏข้อความเตือนให้ผู้ใช้ ใส่ข้อมูลใหม่ จนกว่าผู้ใช้จะใส่ข้อมูลได้ถูกต้อง

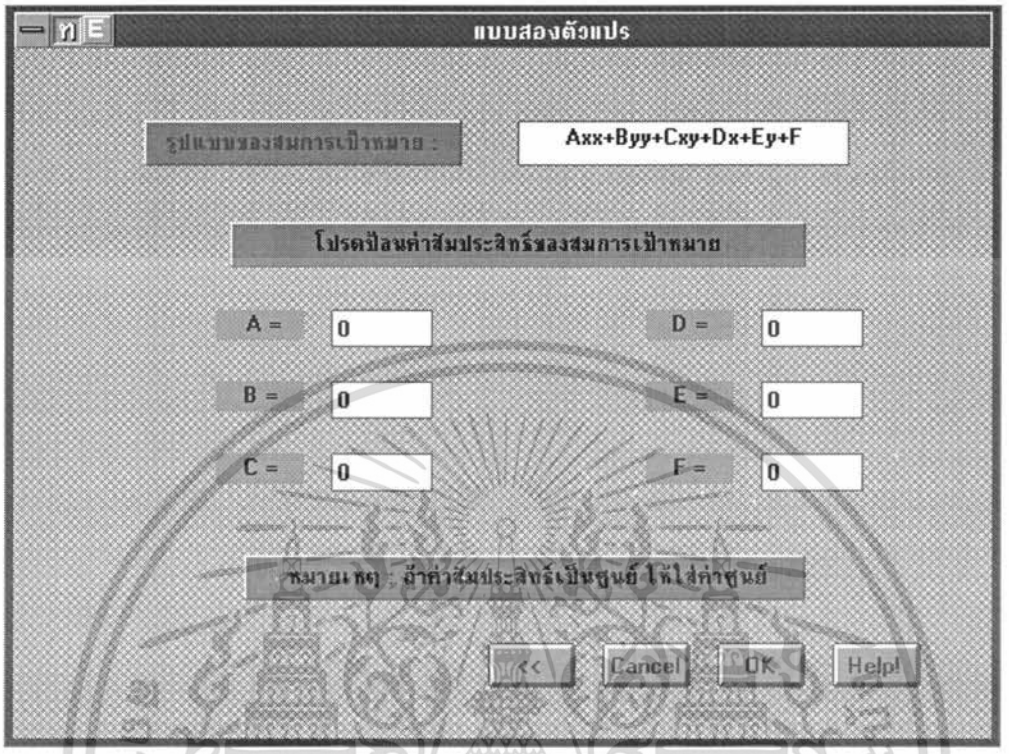
สำหรับหน้าจอต่อจากหน้าจอนี้ มี 2 กรณีด้วยกัน คือ

- ถ้าผู้ใช้เลือกจำนวนตัวแปรเป็น 2 หน้าจอต่อไป คือ หน้าจอ f2var
- ถ้าผู้ใช้เลือกจำนวนตัวแปรเป็น 3 หน้าจอต่อไป คือ หน้าจอ f3var

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หน้าจอ f2var และ หน้าจอ f3var

4.1 หน้าจอ f2var

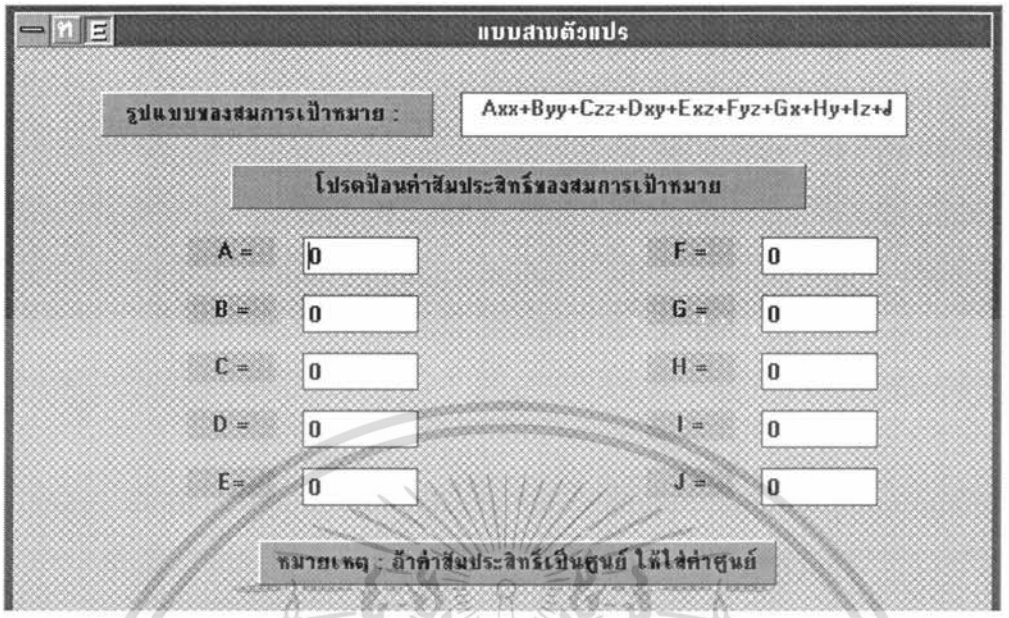


รูปที่ 4

หน้าจอนี้มีไว้เพื่อให้ผู้ใช้ป้อนค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป้าหมายในกรณีที่มีจำนวนตัวแปรในสมการเป้าหมาย 2 ตัวแปร โดยมีการตรวจสอบการป้อนข้อมูลของผู้ใช้ว่า ข้อมูลจะเป็นศูนย์หมดทุกตัวไม่ได้ และถ้าผู้ใช้กด แป้นตัวอักษรที่ไม่ใช่ตัวเลข จุดทศนิยม หรือเครื่องหมายลบเพื่อบอกว่าเป็นจำนวนลบ แล้วจะปรากฏข้อความเตือนให้ผู้ใช้ใส่ข้อมูลใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 หน้าจอ f3var

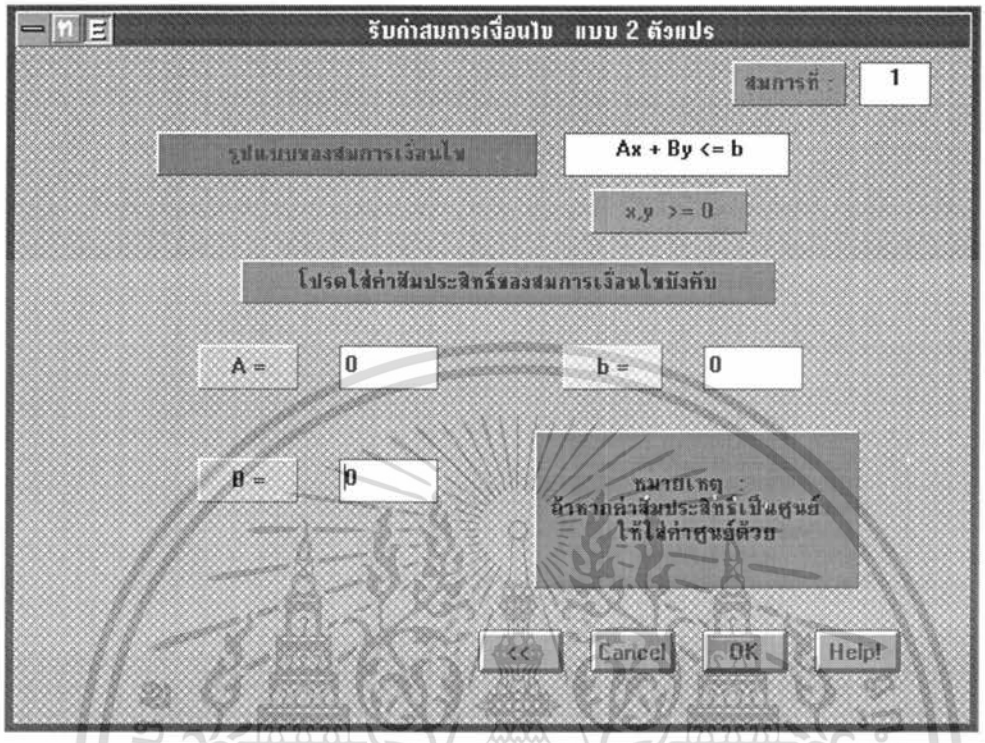


สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หน้าจอ fget2v และ หน้าจอ fget3v

5.1 หน้าจอ fget2v

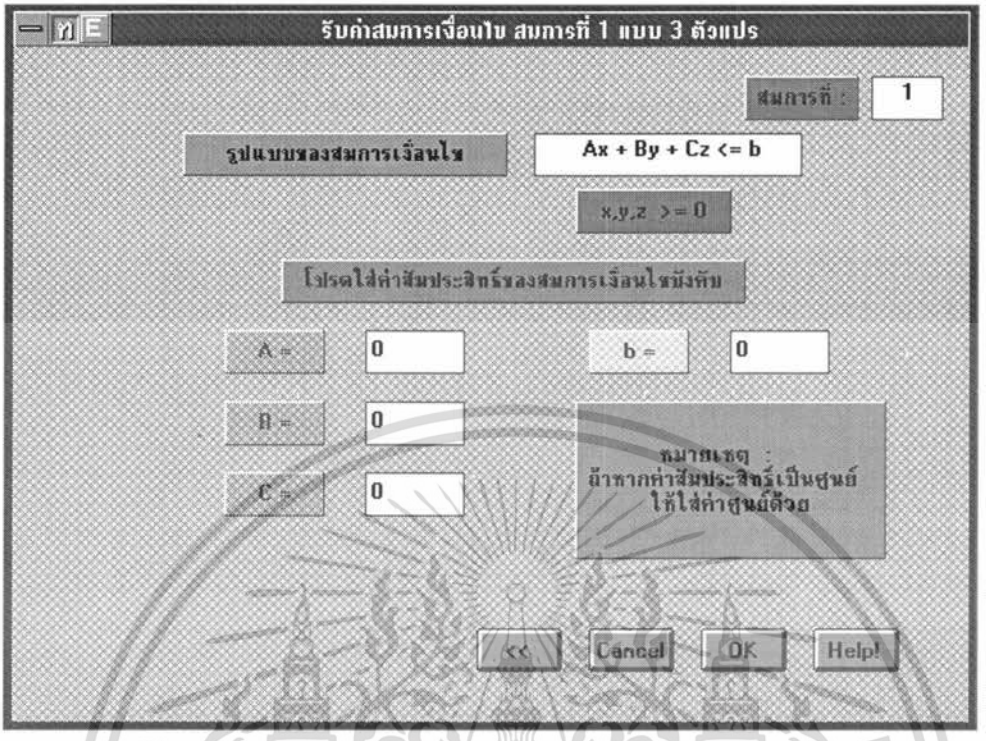


รูปที่ 6

หน้าจอนี้สำหรับรับข้อมูลสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเงื่อนไข ในกรณีที่ปัญหามีจำนวนตัวแปรในสมการเป้าหมาย 2 ตัวแปร ซึ่งหน้าจอนี้มีหลักการตรวจสอบข้อมูลเหมือนหน้าจอในข้อที่ 4 แต่ได้เพิ่มการตรวจสอบว่าสัมประสิทธิ์ในสมการเงื่อนไข 2 สมการจะซ้ำกันไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 หน้าจอ fget3v



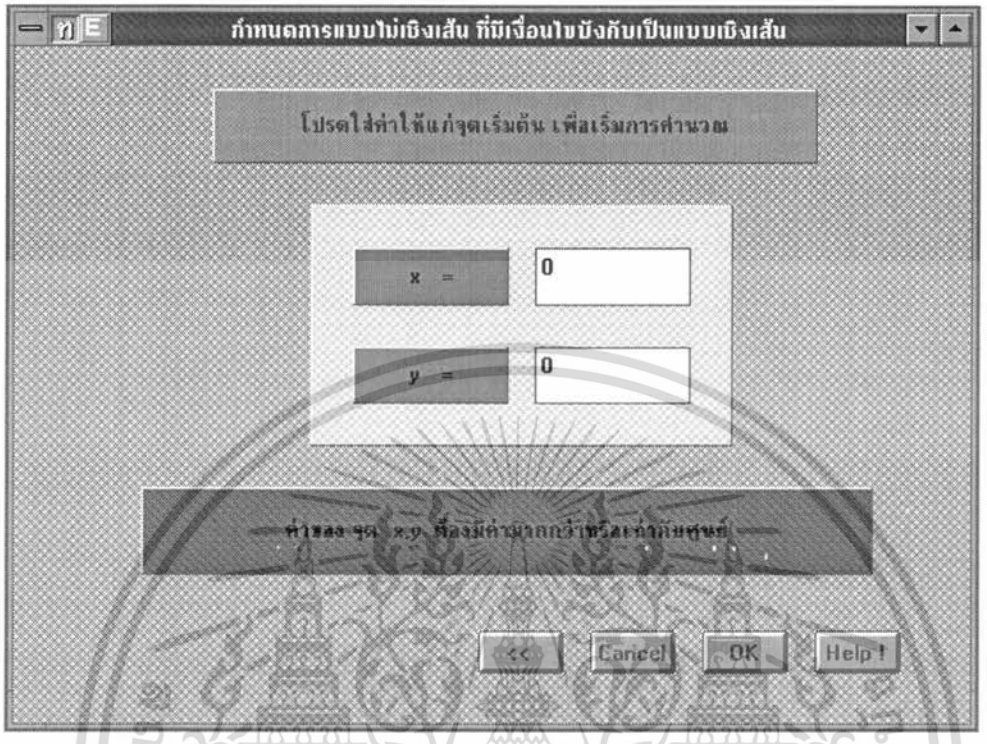
รูปที่ 7

หน้าจอนี้ สำหรับการรับค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเงื่อนไข ที่มีจำนวนตัวแปรในสมการเป้าหมาย 3 ตัวแปร โดยส่วนการตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ เหมือนกับหน้าจอในข้อที่ 5.1 ที่ได้กล่าวมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หน้าจอ fgetpt2 และ หน้าจอ fgetpt3

6.1 หน้าจอ fgetpt2

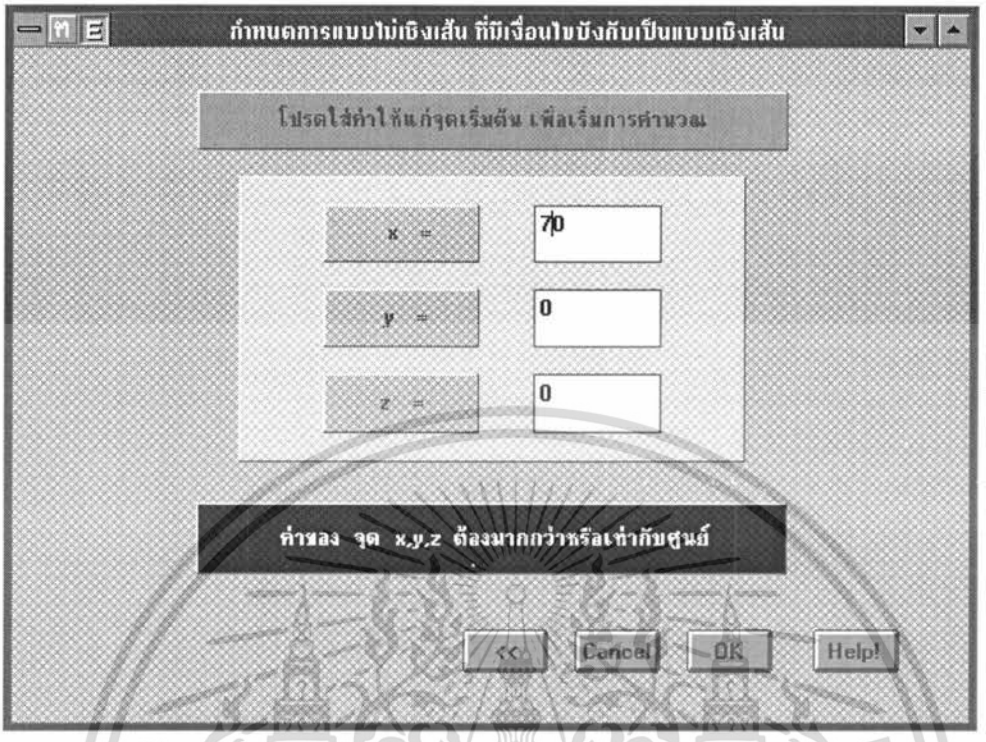


รูปที่ 8

หน้าจอนี้เป็นหน้าจอที่ใช้รับค่าจุดเริ่มต้นในการคำนวณสำหรับกรณีที่มีจำนวนตัวแปรในสมการเป้าหมาย 2 ตัวแปร โดยในหน้าจอนี้มีการตรวจสอบค่าจุดเริ่มต้นที่รับเข้ามาเหมือนกับหน้าจอในข้อที่ 4 แต่เพิ่มการตรวจสอบโดยค่าที่รับเข้ามาต้องเป็นค่าที่มากกว่าหรือเท่ากับศูนย์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 หน้าจอ fgetpt3



รูปที่ 9

หน้าจอนี้เป็นหน้าจอที่ใช้รับค่าจุดเริ่มต้นในการคำนวณสำหรับกรณีที่มีจำนวนตัวแปรในสมการเป้าหมาย 3 ตัวแปร โดยในหน้าจอนี้มีการตรวจสอบค่าจุดเริ่มต้นที่รับเข้ามาเหมือนกับหน้าจอในข้อที่ 6.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนคำนวณ

ในส่วนนี้ประกอบด้วยฟังก์ชันแลโพรซีเยอร์มากมาย สำหรับส่วนหน้าที่หลัก ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งพอจะแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ ดังนี้

- ส่วนกำหนดค่าเริ่มต้น
- ส่วนการแปลงรูปแบบจากปัญหาในรูปหาค่าสูงสุดมาเป็นหาค่าต่ำสุด
- ส่วนการแปลงรูปแบบสมการเงื่อนไขจากเครื่องหมาย >, >= ให้อยู่ในรูปแบบของเครื่องหมาย <, <=
- ส่วนการคำนวณหาเมทริกซ์ผกผัน
- ส่วนการหาเมทริกซ์มูลฐาน, เมทริกซ์ไม่เป็นมูลฐาน, index set
- ส่วนการรวมพจน์พหุนามที่มีดีกรีเดียวกันไว้ด้วยกัน
- ส่วนการหาอนุพันธ์ หาค่าสุดขีด
- ส่วนการเพิ่มตัวแปรขาด และหาค่าเริ่มต้นให้ตัวแปรขาด
- ส่วนการหาค่า gradient
- ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าของจุดที่ให้ค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสม
- ส่วนการคำนวณหาค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสม

ส่วนแสดงผลข้อมูล

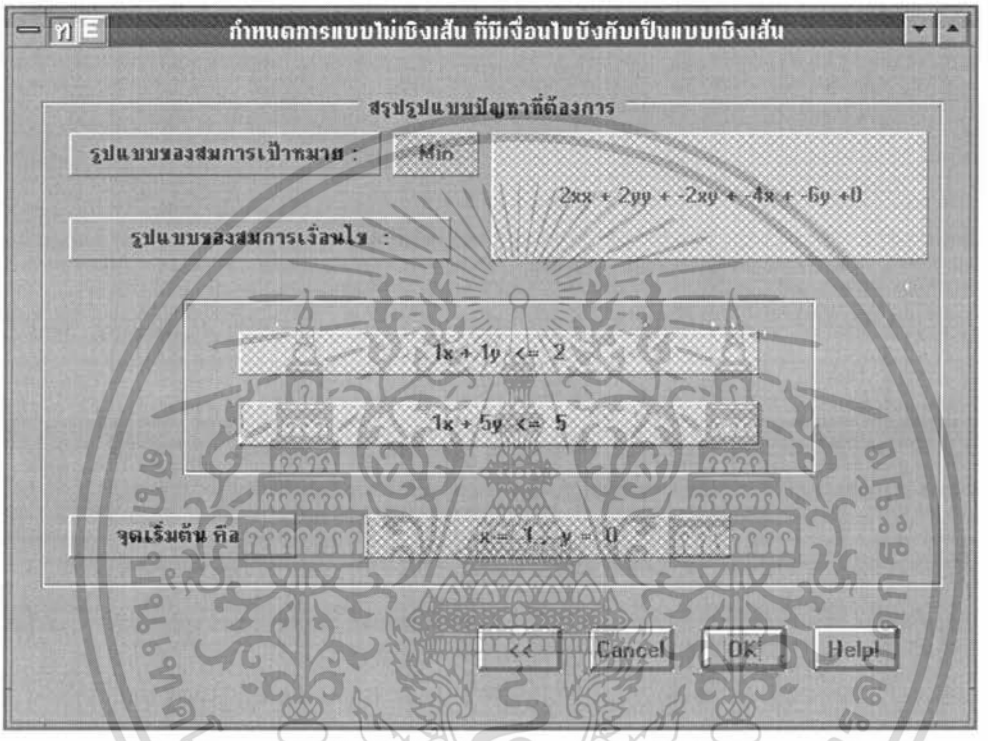
ในส่วนนี้จะกล่าวถึงหน้าจอที่ใช้ในการแสดงผลข้อมูล ซึ่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. หน้าจอที่แสดงข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาเพื่อตรวจดูความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่โปรแกรมจะเริ่มทำการคำนวณ ซึ่งประกอบด้วยรายการดังนี้
    - รูปแบบของปัญหา
    - รูปแบบสมการเป้าหมาย
    - รูปแบบสมการเงื่อนไข
    - ค่าจุดเริ่มต้นในการคำนวณ
2. หน้าจอที่แสดงผลลัพธ์ของปัญหา ซึ่งจะแสดงรายการดังนี้
    - รูปแบบของปัญหา
    - รูปแบบสมการเป้าหมาย
    - รูปแบบสมการเงื่อนไข
    - จุดที่ให้ค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หน้าจอที่แสดงข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาเพื่อตรวจดูความถูกต้องของข้อมูล

สำหรับหน้าจอนี้ประกอบด้วยชุดของหน้าจอที่มีลักษณะเดียวกัน 4 หน้าจอ คือ fcpare2, fcpare3, fcpare4, fcpare5 ซึ่งในแต่ละหน้าจอมีหลักการทำงานและหลักการตรวจสอบข้อมูลที่เหมือนกัน แต่แตกต่างกันในส่วนของการแสดงสมการเงื่อนไข โดย fcpare2 แสดงได้ 2 สมการ ส่วน fcpare3 แสดงได้ 3 สมการ เพราะฉะนั้นจะแสดงรูปของหน้าจอ fcpare2 เพียงหน้าจอเดียวเท่านั้น



รูปที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน้าจอที่แสดงผลลัพธ์ของปัญหา

สำหรับหน้าจอนี้ก็เช่นเดียวกัน ประกอบด้วยชุดของหน้าจอที่มีลักษณะการทำงานและการตรวจสอบข้อมูลเหมือนกัน 4 หน้าจอ ด้วยกัน คือ fans2, fans3, fans4, fans5 ซึ่งในแต่ละหน้าจอแตกต่างกันตรงที่ความสามารถในการแสดงสมการเงื่อนไข ซึ่งจะแสดงหน้าจอ fans2 ให้ดูเพียงหน้าจอเดียว (รูปที่ 11)โดยทุกหน้าจอ มีรายการให้เลือก 3 รายการ คือ

- Main Menu

  สำหรับเมื่อต้องการกลับไปยังหน้าจอหลัก

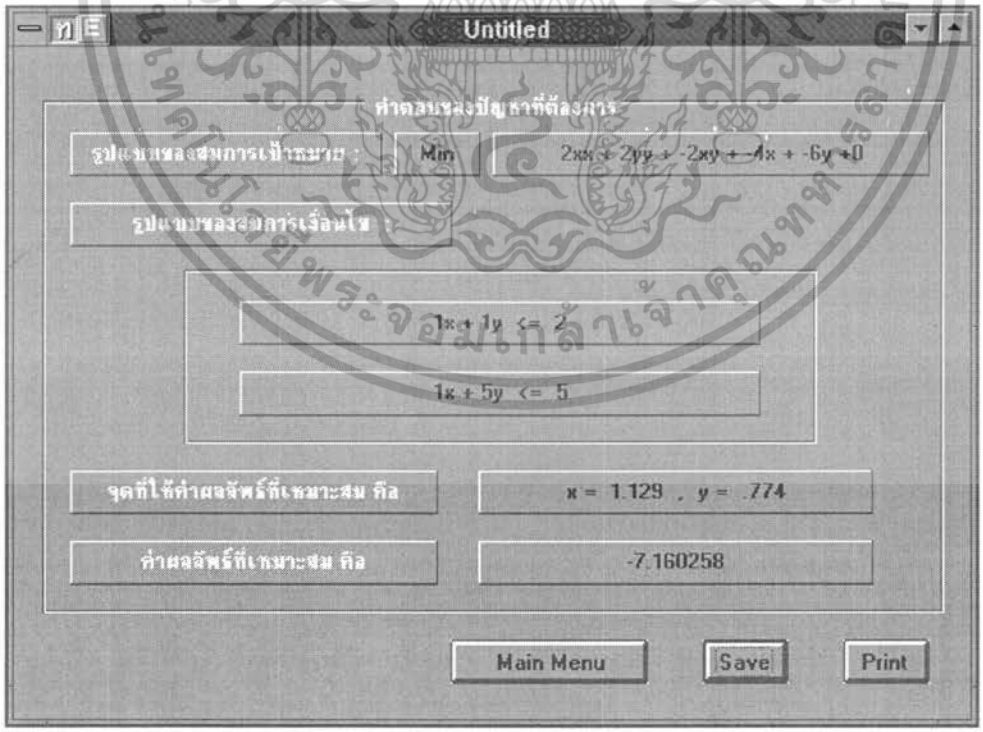
- Save

  เมื่อผู้ใช้ต้องการบันทึกปัญหาที่คำนวณแล้ว ลงในแฟ้มข้อมูล

- Print

  เมื่อผู้ใช้ต้องการพิมพ์ปัญหาพร้อมด้วยผลลัพธ์ออกทางเครื่องพิมพ์ซึ่งมีให้เลือก 2 กรณี คือ

  - พิมพ์เฉพาะรูปแบบและผลลัพธ์ของปัญหา
  - พิมพ์ทั้งหมด คือ พิมพ์ค่าตัวแปรที่เปลี่ยนไปในแต่ละรอบการคำนวณ รวมทั้งรูปแบบและผลลัพธ์ของปัญหา



รูปที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนจัดการแฟ้มข้อมูล

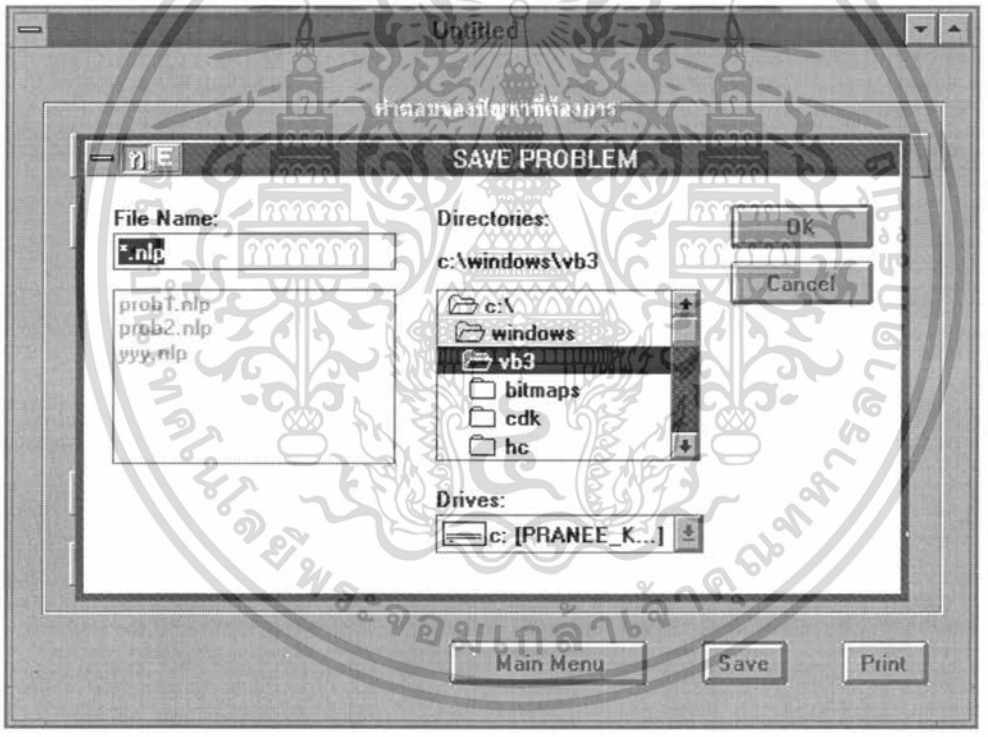
สำหรับส่วนจัดการแฟ้มข้อมูลประกอบด้วยหน้าจอ 2 หน้าจอ คือ

1. ส่วนการบันทึกแฟ้มข้อมูล
2. ส่วนการเปิดแฟ้มข้อมูล

ซึ่งทั้ง 2 ส่วนจะทำงานกับแฟ้มข้อมูล ที่มีนามสกุลเป็น .nlp เท่านั้น ซึ่งจะมาดูรายละเอียดในแต่ละส่วนดังนี้

1. ส่วนการบันทึกแฟ้มข้อมูล

หน้าจอนี้เป็นส่วนในการรับชื่อแฟ้มข้อมูลจากผู้ใช้เพื่อส่งไปให้ โพรซีเยอร์ saveprob ทำการบันทึกข้อมูล ซึ่งชื่อของแฟ้มข้อมูลนั้น ต้องเป็นแฟ้มที่มีนามสกุลเป็น .nlp เท่านั้น หน้าจอนี้แสดงไว้ในรูปที่ 12

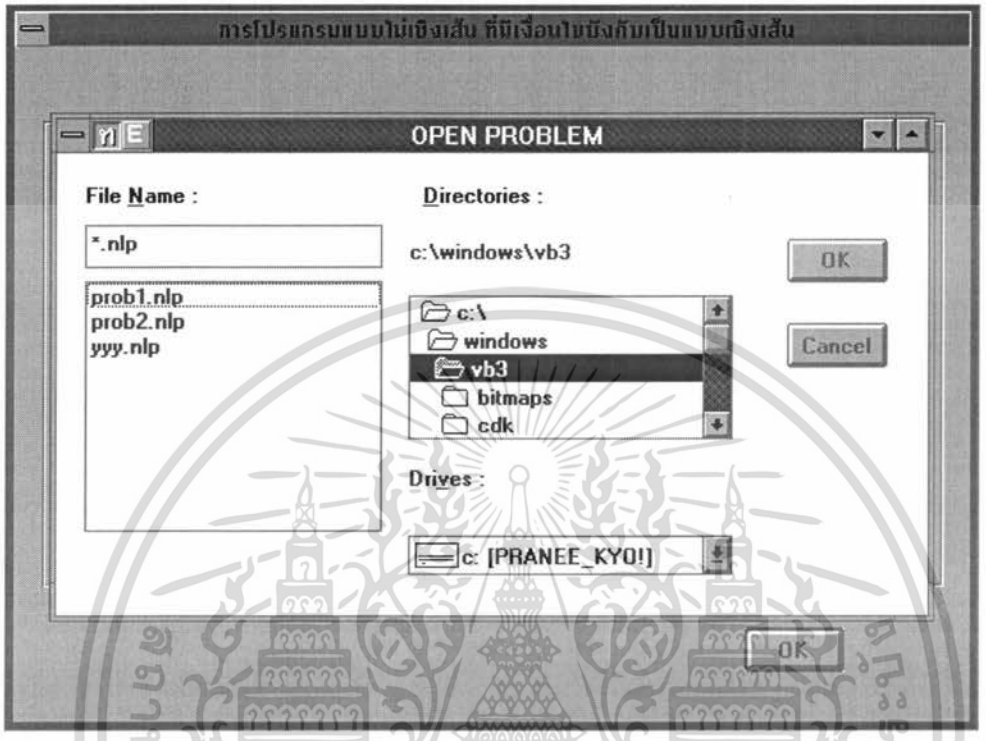


รูปที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนการเปิดแฟ้มข้อมูล

สำหรับส่วนนี้เป็นการเปิดแฟ้มข้อมูล ที่ได้ทำการบันทึกไว้ขึ้นมาดู ซึ่งแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การประเมินผลระบบ

สำหรับการทดสอบและประเมินผลระบบคอมพิวเตอร์สำหรับกำหนดการแบบไม่เชิงเส้นที่มีเงื่อนไขบังคับเป็นแบบเชิงเส้น โดยใช้ Microsoft Visual Basic และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มี Microsoft Windows สามารถประเมินผลตามด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. การประเมินผลทางด้านการรับข้อมูล

สำหรับในส่วนการรับข้อมูลของโปรแกรมนี้ มีความต่อเนื่องและสามารถป้อนข้อมูลได้สะดวกและง่ายดาย อีกทั้งยังมีส่วนที่คอยตรวจสอบข้อผิดพลาด ถ้าหากผู้ใช้ป้อนข้อมูลผิดพลาด อีกทั้งยังมีส่วนช่วยเหลือ ซึ่งมีคำอธิบายให้ผู้ใช้ได้เข้าใจวิธีการเลือกรายการในหน้าจอต่าง ๆ ทำให้ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

2. การประเมินผลทางด้านการคำนวณ

เนื่องจากกำหนดการแบบไม่เชิงเส้นนั้น มีความยุ่งยากและซับซ้อนมากถ้าหากคำนวณโดยมนุษย์ ทำให้ต้องเสียเวลาในการคำนวณค่อนข้างนาน และค่าที่ได้อาจไม่ถูกต้องแม่นยำนัก แต่ถ้าหากใช้โปรแกรมคำนวณ สามารถช่วยลดเวลาในการคำนวณ อีกทั้งโปรแกรมสามารถคำนวณหาค่าผลลัพธ์ที่ถูกต้อง ละเอียด และแม่นยำกว่ามนุษย์ โดยอาศัย Reduced Gradient Algorithm ซึ่งทำให้ค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสมมีความน่าเชื่อถือได้

3. การประเมินผลทางด้านการแสดงผลข้อมูล

โปรแกรมสามารถแสดงผลลัพธ์ที่คำนวณออกมาได้ รวมถึงรูปแบบของปัญหา รูปแบบของสมการเป้าหมาย รูปแบบของสมการเงื่อนไข ค่าจุดที่ให้ค่าผลลัพธ์ที่เหมาะสม นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถเก็บบันทึกข้อมูลของปัญหาไว้ในแฟ้มข้อมูล หรือพิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การประเมินผลทางด้านการจัดการแฟ้มข้อมูล

ทางด้านการจัดการแฟ้มข้อมูล โปรแกรมสามารถบันทึกแฟ้มข้อมูลของปัญหา รวมถึงผู้ใช้สามารถ เปิดแฟ้มข้อมูลเก่ามาดูได้ โดยจะสามารถบันทึก และเปิดแฟ้มข้อมูลได้เพียงรูปแบบเดียวเท่านั้น คือแฟ้มข้อมูลที่มีนามสกุลเป็น .nlp เท่านั้น

5. การประเมินผลทางด้านวิธีใช้

เนื่องจากระบบโปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาเพื่อให้ใช้ทำงานบนระบบ Microsoft Windows ซึ่งเป็นระบบที่ง่ายต่อการใช้งานอยู่แล้ว อีกทั้งยังสะดวกในการใช้งานด้วย นอกจากนี้โปรแกรมยังมีส่วนช่วยเหลือที่คอยให้คำอธิบายวิธีใช้อยู่ทุกหน้าจอ ทำให้สามารพทำงานได้โดยง่าย

ข้อจำกัด

สำหรับข้อจำกัดของระบบคอมพิวเตอร์สำหรับกำหนดการแบบไม่เชิงเส้นที่มีเงื่อนไขบังคับเป็นแบบเชิงเส้น ก็คือ

1. จำนวนตัวแปรที่มีได้ในสมการเป้าหมายไม่เกิน 3 ตัวแปร
2. จำนวนสมการเงื่อนไขที่มีได้ไม่เกิน 5 สมการ
3. ถ้าค่าของตัวกำหนดของเมทริกซ์มูลฐานมีค่าเป็นศูนย์ จะไม่สามารถใช้วิธีนี้ในการคำนวณหาค่าผลลัพธ์
4. จำนวนของสมการเงื่อนไขต้องมีไม่น้อยกว่าจำนวนตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

ข้อสรุป

การทำงานของโปรแกรมโดยทั่วไปง่ายต่อการใช้งาน มีคำอธิบายที่เข้าใจง่าย ใช้เวลาในการคำนวณน้อย มีส่วนที่ให้ผู้ใช้ได้ตรวจสอบข้อผิดพลาดก่อนการคำนวณ สามารถพิมพ์ผลลัพธ์ออกทางเครื่องพิมพ์ หรือบันทึกลงแฟ้มข้อมูลได้ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดอยู่ในเรื่องของจำนวนตัวแปร และจำนวนสมการเงื่อนไข แต่โดยรวมโปรแกรมมีความสามารถให้บริการในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลให้โปรแกรมได้โดยง่าย
- สามารถคำนวณผลลัพธ์ได้ในเวลาอันรวดเร็ว
- มีวิธีการใช้งานที่ง่าย และสะดวกสบาย
- มีความสามารถในการตรวจสอบความผิดพลาดในการป้อนข้อมูลของผู้ใช้
- สามารถพิมพ์ผลลัพธ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้
- สามารถบันทึกผลลัพธ์ลงแฟ้มข้อมูลได้

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากข้อจำกัดบางอย่างของโปรแกรม เพื่อทำการปรับปรุงการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์สำหรับกำหนดการแบบไม่เชิงเส้นที่มีเงื่อนไขบังคับเป็นเชิงเส้นให้ดีขึ้น ควรมีการเพิ่มเติมดังนี้

- ควรมีการเพิ่มเติมจำนวนตัวแปรในสมการเป้าหมายให้มากขึ้นกว่านี้ เพื่อจะได้มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้มากยิ่งขึ้น
- ควรมีการเพิ่มเติมจำนวนสมการเงื่อนไขให้มากขึ้นกว่านี้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งระบบ

HARDWARE

- เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มี CPU ตั้งแต่ 486 ขึ้นไป
- มี Hard disk
- มีหน่วยความจำหลัก (RAM) 4 เมกะไบท์ขึ้นไป
- มีเครื่องพิมพ์

SOFTWARE

- Microsoft Windows Thai Edition Version 3.1 ขึ้นไป

ไฟล์ที่ใช้

nlinear.exe

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ของโปรแกรม

จากตัวอย่างปัญหา

ค่าต่ำสุด $2x^2 + 2y^2 - 2xy - 4x - 6y$

ภายใต้เงื่อนไข $x + y \leq 2$

$x + 5y \leq 5$

$x, y \geq 0$

ใส่จุดเริ่มต้น คือ $x = 0$, $y = 1$

เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณจนได้ผลลัพธ์ของปัญหาแล้ว ถ้าผู้ใช้เลือกพิมพ์ผลลัพธ์ออกทางเครื่องพิมพ์ จะได้ผลดังแสดงในหน้าถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

starting points : (x,y,s1,s2) = (0.00,1.00,1.00,0.00)
start matrix => 1.00 1.00 1.00 0.00
1.00 5.00 0.00 1.00

---

matrix => 1.20 11.00 1.00 0.20
1.80 5.00 1.00 -1.20
rt = -5.6, 0,0,.4
d = 5.6, -1.12,-4.48,0
points: 1.12903225806452,.774193548387097,9.67741935483871E-02,0

---

matrix => 11.20 11.00 11.25 -0.23
1.80 51.00 -1.25 -1.23
rt = 0, 0,0,1.03225806451613
d = 0, 0,0,0
points: 1.12903225806452,.774193548387097,9.67741935483871E-02,0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Min 2xx + 2yy + -2xy + -4x + -6y +0

Subject To

1x + 1y <= 2

1x + 5y <= 5

The optimal point are x = 1.129032258064 52

y = .774193548387097

The optimal solution is -7.161290322580 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ดำรงค์ ทิพย์โยธา. **คณิตศาสตร์ขั้นสูง.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

ราชบัณฑิตยสถาน. **พจนานุกรมคณิตศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ราชัณฑิตยสถาน, 2531.

อุบลวรรณา เงินวิจิตร. **ออฟทิไมเซชันและการประยุกต์.** กรุงเทพฯ : หอรัตนชัยการพิมพ์, 2531.

Bazaraa, Mokhtar S. and Shetty, C.M. **NONLINEAR PROGRAMMING**. Singapore : JOHN WILEY & SONS, 1990.

Potter, Bill and Maxwell, Taylor and Scott, Bryon. **VISUAL BASIC SUPER BIBLE**. second edition. The United States of America : WAITE GROUP PRESS, 1992.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้