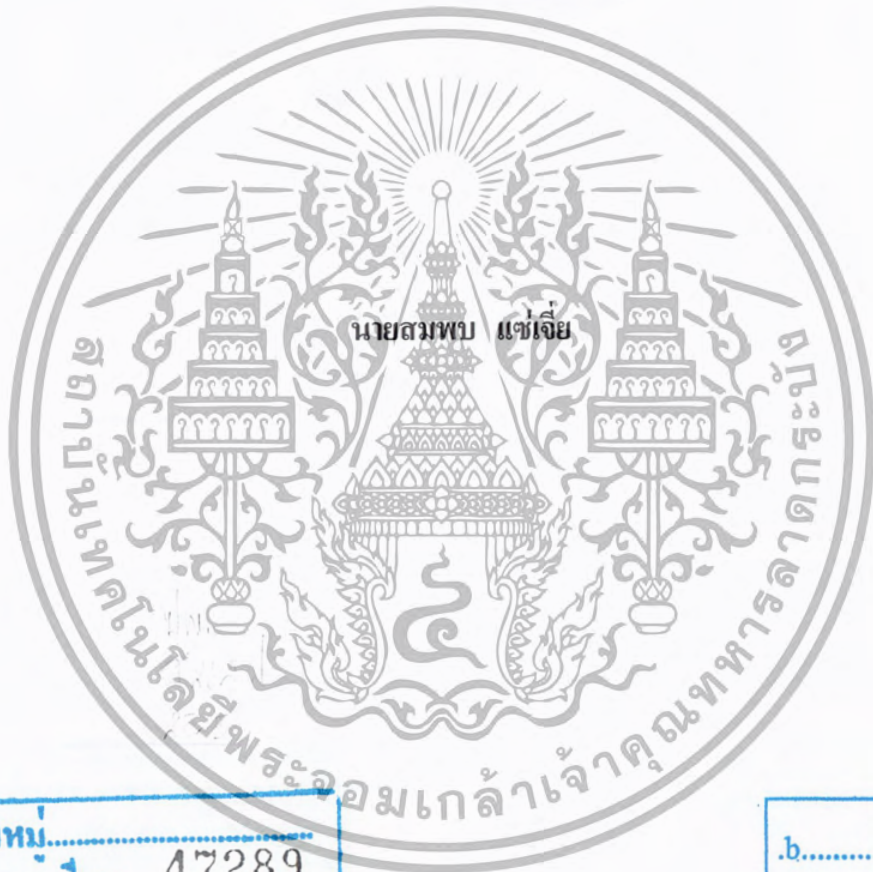


โปรแกรมเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากเส้นสมตักย์



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 47289
วัน, เดือน, ปี..... 27 ส.ย. 2548

b.....
i.....

โครงการพิเศษเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Electric Line of Force drawing Program based on
Equipotential Line**



A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of

Bachelor of Science

Department of Applied Physics

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic year 2002

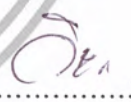
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง โปรแกรมเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากเส้นสมคักย์

นักศึกษา นายสมพบ แซ่เจี๋ย
ภาควิชา ฟิสิกส์ประยุกต์
สาขาวิชา ฟิสิกส์ประยุกต์ (โซลิตสเตทอิเล็คทรอนิกส์)
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.วราวุฒิ เถาลัดดา

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศา-
ศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ ผศ.ปรีชา เทียนสมประสงค์	
กรรมการ ผศ.ดร.วราวุฒิ เถาลัดดา	
กรรมการ ผศ.วิษณุ เพชรลา	
กรรมการ ผศ.วิชาญ เดชิตธีระ	


.....
(ผศ.วิชาญ เดชิตธีระ)
หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ โปรแกรมเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากเส้นสมคักย์

นักศึกษา นายสมทบ แซ่เจี๋ย
ภาควิชา ฟิสิกส์ประยุกต์
สาขาวิชา ฟิสิกส์ประยุกต์ (โพลิตีคเทคโนโลยีทรอนิกส์)
ปีการศึกษา 2545
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.วราวุฒิ เถาถัดดา

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากเส้นสมคักย์ พัฒนาโปรแกรมขึ้นด้วยโปรแกรม MATLAB ซึ่งมีเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาหลายอย่าง ความสามารถหลักของโปรแกรมคือสามารถเขียนภาพของคักย์ เส้นสมคักย์และเส้นแรงไฟฟ้าได้ โดยรับข้อมูลจากแฟ้มชนิด Text และ Excel ซึ่งอยู่ในรูปแบบของเมตริกซ์ 2 มิติ การเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจะยึดหลักการของการเคลื่อนที่ของจุดประจุ +1 คูลอมบี้ ซึ่งเคลื่อนที่จากคักย์สูงไปยังคักย์ต่ำ ตามทิศทางของสนามไฟฟ้า เส้นแรงไฟฟ้าที่เขียนขึ้นมีความสอดคล้องกับเวกเตอร์เกรเดียนของคักย์ไฟฟ้าที่เขียนโดยใช้เครื่องมือของ MATLAB ดังนั้นโปรแกรมนี้จะสามารถช่วยให้การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามเส้นแรงไฟฟ้าที่ได้พบว่าจะยังไม่มี ความสมบูรณ์ดี คือ เส้นแรงไฟฟ้าของบริเวณที่มีคักย์ไฟฟ้าต่ำมีลักษณะสั้น ไม่ต่อเนื่องออกไปยังจุดที่มีคักย์ไฟฟ้าสูง ซึ่งอาจแก้ไขได้โดยเขียนเป็นเส้นแรงไฟฟ้าของจุดประจุ -1 คูลอมบี้

Special Project Title	Electric Line of Force drawing Program based on Equipotential Line
Name	Mr.Somphop Saejia
Department	Applied Physics
Program	Applied Physics (Solid State Electronic)
Academic Year	2002
Special Project Advisor	Asst.Prof.Dr.Warawoot Thowladda

Abstract

The objective of this project is to develop and design electric lines of force drawing program from electric equipotential lines. Program is developed using MATLAB that has several application tools. This program can profile electric equipotential lines and lines of force. The input data is obtained from either Excel file or Text file. Electric lines of force drawing program is based on $+1\text{ C}$ point charge motion, moving from high potential to low potential. The lines of force have corresponded to gradient of potential that is drawn using MATLAB. Hence, this program is a good tool for studying electric potential and field. However, this program is not yet complete. Lines of force at low potential do not continue to high potential. This problem may be solved by using line drawing based on -1 C point charge motion.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตากรุณาและการสนับสนุนจาก ผศ.ดร.วราวุฒิ เถาศิตดา ที่ให้โอกาสในการทำโครงการพิเศษนี้ รวมทั้งคำแนะนำคำปรึกษาต่าง ๆ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง และกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.อารีย์ วิเชียรฉาย เป็นอย่างสูง ที่ให้โอกาสในการทำโครงการพิเศษนี้ และโอกาสในการเรียนรู้งานที่ดี รวมทั้งวิชาความรู้ด้านต่าง ๆ ที่ท่านถ่ายทอดให้

ขอขอบพระคุณ ผศ.วิชาญ เดชศิธีระ ที่ให้การสนับสนุนด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี รวมทั้งที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ด้านต่าง ๆ ให้ และให้คำปรึกษาที่ดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านในภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ ที่ถ่ายทอดความรู้ และประสบการณ์ด้านต่าง ๆ ให้ และให้โอกาสที่ดีในการศึกษาหาความรู้

ขอกราบขอบพระคุณ มารดา และบิดา ที่ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน รวมทั้งพื้นที่ที่ค่อยเป็นกำลังใจเสมอ

และขอขอบคุณภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ต่าง ๆ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการพิเศษ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 แรงไฟฟ้า	3
2.2 สนามไฟฟ้า	3
2.3 พลังงาน	4
2.4 พลังงานศักย์ไฟฟ้า	5
2.5 ศักย์ไฟฟ้า	5
2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้าและความเข้มสนามไฟฟ้า	5
2.7 การหาสนามไฟฟ้าจากศักย์ไฟฟ้า	6
2.8 ความสัมพันธ์ของเส้นแรงไฟฟ้าและเส้นสมศักย์	6
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	9
3.1 การรับข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลและการแสดงผลเบื้องต้น	9
3.2 สังเกตและปรับค่าข้อมูล	10
3.3 แสดงเส้นสมศักย์และกำหนดจุดเริ่มต้นของเส้นแรงไฟฟ้า	11
3.4 การเขียนเส้นแรงไฟฟ้า	13
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	20
4.1 ผลการทดลองเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากข้อมูลลักษณะต่าง ๆ	20
4.1.1 ข้อมูลจากโปรแกรม MATLAB	20
4.1.2 ข้อมูลจากระบบเครื่องมือวัด	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.2 ผลการทดลองเรื่องการปรับค่าข้อมูลมีผลต่อการเขียนเส้นแรงไฟฟ้า	21
4.3 เปรียบเทียบผลการทดลองกับเวกเตอร์เกรเดียนของศักย์ไฟฟ้า	22
4.4 อภิปรายผลการทดลอง	24
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	25
5.1 สรุปผลการวิจัย	25
5.2 ประสิทธิภาพของการเขียนเส้นแรงไฟฟ้า	25
5.3 วิจัยณ์ผลการทดลอง	26
5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา	26

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ข

ประวัติผู้จัดทำโครงการพิเศษ



สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับประจุบวกและประจุลบ	4
รูปที่ 2.2 แสดงภาพของ $\Delta \Phi$ ที่สัมพันธ์กับสนาม E และพื้นผิว ΔA	4
รูปที่ 2.3 แสดงเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าของจุดประจุ +Q (ซ้าย) และสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (ขวา) เส้นสีเขียวคือเส้นสมศักย์ และเส้นสีดำคือเส้นแรงไฟฟ้า	7
รูปที่ 2.4 แสดงเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าของจุดประจุ +Q และ -Q เส้นประคือเส้นสมศักย์และเส้นทึบคือเส้นแรงไฟฟ้า	7
รูปที่ 2.5 แสดงเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าของจุดประจุ +Q สองจุด เส้นประคือเส้นสมศักย์และเส้นทึบคือเส้นแรงไฟฟ้า	8
รูปที่ 3.1 แสดงการแสดงผลข้อมูลเบื้องต้น	10
รูปที่ 3.2 แสดงเส้น โครงร่างของข้อมูลที่ยังไม่ได้ปรับค่าข้อมูล	10
รูปที่ 3.3 แสดงเส้น โครงร่างของข้อมูลที่ได้รับการปรับค่าข้อมูลแล้ว	11
รูปที่ 3.4 แสดงโพรงชาร์ตของการค้นหาและบันทึกเส้นรอยแยกที่ ใช้เป็นจุดเริ่มต้นของเส้นแรงไฟฟ้า	12
รูปที่ 3.5 แสดงเส้นสมศักย์และจุดสีดำซึ่งคือจุดเริ่มต้นของเส้นแรงไฟฟ้า ที่ได้บันทึกไว้	13
รูปที่ 3.6 แสดงโพรงชาร์ตในการคำนวณขนาดสนามไฟฟ้า	14
รูปที่ 3.7 แสดงเวกเตอร์แกมมาเขียนเบื้องต้นของศักย์ไฟฟ้า	15
รูปที่ 3.8 แสดงภาพแกมมาเขียนของศักย์ไฟฟ้า เมื่อเติมกริดแล้ว	15
รูปที่ 3.9 แสดงความสัมพันธ์ของจุดตั้งต้น P_i กับจุดที่ได้เป็นผลลัพธ์ P_1 และ P_2	16
รูปที่ 3.10 แสดงโพรงชาร์ตของการกำเนิดจุด P_1 และ P_2 จากจุด P_i	17
รูปที่ 3.11 แสดงเส้นแรงไฟฟ้าที่เกิดปัญหาการวนซ้ำ	18
รูปที่ 3.12 แสดงการเขียนเส้นแรงไฟฟ้า	19
รูปที่ 4.1 แสดงภาพของเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าของข้อมูล จากโปรแกรม MATLAB	20
รูปที่ 4.2 (ก),(ข) และ (ค) แสดงภาพของเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้า ของข้อมูลจากระบบเก็บข้อมูล	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.3 แสดงภาพของเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าก่อนปรับ (ก,ค) และหลัง (ข,ง) ปรับค่าข้อมูล	21
รูปที่ 4.4 แสดงภาพของเส้นแรงไฟฟ้าที่เขียนร่วมกับเวกเตอร์เกรเดียน ของศักย์ไฟฟ้า	22
รูปที่ 4.5 แสดงภาพของเส้นแรงไฟฟ้าที่เขียนร่วมกับเส้นสมศักย์ และเวกเตอร์เกรเดียนของศักย์ไฟฟ้า	23
รูปที่ 4.6 แสดงภาพเส้นแรงไฟฟ้าที่เขียนร่วมกับเวกเตอร์เกรเดียน ของศักย์ไฟฟ้า ในมุมมองที่ไม่ได้ขยาย	23
รูปที่ 4.7 แสดงภาพโดยมีเส้นแรงไฟฟ้าที่สั้นและไม่ต่อเนื่องออกไปยัง บริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า	24



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ

การศึกษาลักษณะของเส้นแรงไฟฟ้าเป็นเรื่องที่น่าสนใจมาก เนื่องจากเส้นแรงไฟฟ้าจะสามารถแสดงถึงเส้นทางการเคลื่อนที่ของประจุ และแสดงถึงลักษณะของสนามไฟฟ้าได้ โดยทั่วไปแล้วเส้นแรงไฟฟ้าสามารถหาได้โดยการคำนวณ แต่จะมีความซับซ้อนมากขึ้นตามลักษณะของขั้วไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้วไฟฟ้าที่ไม่ใช่รูปทรงเรขาคณิต อย่างไรก็ตามเส้นแรงไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จากศักย์ไฟฟ้า จึงสามารถนำศักย์ไฟฟ้าที่อยู่ในรูปข้อมูลเชิงตัวเลข มาทำการคำนวณหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเส้นแรงไฟฟ้าและทำการเขียนเส้นแรงไฟฟ้าต่อไป

โครงการพิเศษนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อหาเทคนิคที่จะใช้ในการเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากเส้นสมศักย์หรือศักย์ไฟฟ้า โดยนำข้อมูลจากระบบวัดศักย์ไฟฟ้าอื่นมาเขียนเส้นแรงไฟฟ้า โปรแกรมนี้จะสามารถแสดงให้เห็นภาพของศักย์ไฟฟ้าและภาพของเส้นแรงไฟฟ้า ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาลักษณะของศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้า

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

- เพื่อศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากเส้นสมศักย์
- ออกแบบโปรแกรมให้สามารถเขียนเส้นสมศักย์ได้ และหาแนวทางในการเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากเส้นสมศักย์
- เพื่อเขียนเส้นแรงไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

โครงการพิเศษนี้ทำขึ้นเพื่อพัฒนาโปรแกรมให้สามารถเขียนเส้นสมศักย์ และเส้นแรงไฟฟ้าได้ ขอบเขตของโครงการพิเศษนี้คือ

- วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากระบบวัดเส้นสมศักย์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
- ออกแบบโปรแกรมเขียนเส้นสมศักย์
- พัฒนาโปรแกรมให้สามารถเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากเส้นสมศักย์ได้
- สังเกตลักษณะของเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าที่เขียนได้ และตรวจสอบความถูกต้อง
- ปรับปรุงโปรแกรม และเขียนเส้นแรงไฟฟ้าเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการพิเศษ

โครงการพิเศษนี้เป็นการส่งเสริมการพัฒนาโปรแกรมและเทคโนโลยีด้านการวัดศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้า ช่วยส่งเสริมและเพิ่มความเข้าใจในการศึกษาเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้า อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมเขียนเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าในระดับสูงต่อไป



บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 แรงไฟฟ้า

คือแรงระหว่างประจุ 2 ประจุ มีขนาดของแรงแปรผันตรงกับประจุ และแปรผกผันกับระยะทางระหว่างประจุก่าตั้งสอง มีทั้งแรงดูดและแรงผลัก และสมการแสดงเวกเตอร์ของแรงทางไฟฟ้าเขียนได้เป็น

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}_{21} \quad (2.1)$$

โดยที่

F_{21} เป็นเวกเตอร์ของแรงทางไฟฟ้าจากประจุ q_1 ที่กระทำต่อประจุ q_2

\hat{r}_{21} เป็นเวกเตอร์หนึ่งหน่วยที่ชี้จาก q_1 ไปยัง q_2

ϵ_0 คือสภาพยอม (permittivity) ของสุญญากาศ มีค่าเท่ากับ 8.85×10^{-12} คูลอมบ์ต่อนิวตันเมตร²

2.2 สนามไฟฟ้า

เมื่อนำประจุไฟฟ้าทดสอบ q_0 ซึ่งมีขนาดน้อยมาก ๆ เข้ามาใกล้กับประจุ Q แรงลัพธ์ที่กระทำต่อ q_0 เขียนได้เป็น

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_0 Q}{r^2} \hat{r} \quad (2.2)$$

เห็นว่าแรง F แปรตามขนาดของ q_0 และเมื่อหารสมการข้างบนด้วย q_0 จะได้ผลลัพธ์เป็นเวกเตอร์เขียนแทนด้วย E ซึ่ง E นี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างและตำแหน่งของประจุ Q เรียก E ว่าเป็น ความเข้มสนามไฟฟ้า (electric field intensity) ซึ่งเกิดจากประจุ Q และเรียก Q ว่าเป็น แหล่งกำเนิดของสนามไฟฟ้า ดังนั้น ความเข้มสนามไฟฟ้าเขียนได้เป็น

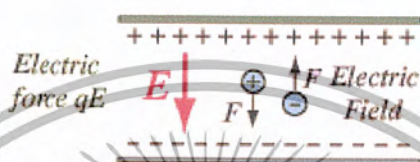
$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \hat{r} \quad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือจะได้ว่าสนามไฟฟ้าคือแรงที่กระทำกับประจุ +1 คูลอมบ์

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (2.4)$$

โดยที่ E มีหน่วยเป็นนิวตันต่อคูลอมบ์



รูปที่ 2.1 แสดงสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับประจุบวกและประจุลบ

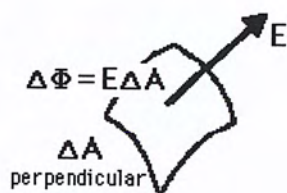
2.3 ฟลักซ์

สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งต้องมีทั้งขนาดและทิศทาง แนวของสนามไฟฟ้าที่จุดต่าง ๆ จะต่อกันเป็นเส้น ซึ่งเรียกเส้นนี้ว่า เส้นแรงไฟฟ้า (electric line of force) เส้นแรงไฟฟ้านี้เป็นเส้นที่สมมติขึ้น โดยที่จำนวนเส้นแรงไฟฟ้าต่อพื้นที่ตั้งฉากที่ตำแหน่งใด ๆ คือขนาดของความเข้มสนามไฟฟ้า E ที่จุดนั้น และเส้นแรงจะมีทิศพุ่งออกจากประจุบวกและพุ่งเข้าหาประจุลบเสมอ

จำนวนของเส้นแรงไฟฟ้าที่ผ่านผิวสมมติใด ๆ นั้นเรียกว่า ฟลักซ์ (flux) เขียนแทนด้วย Φ และความสัมพันธ์กับความเข้มสนามไฟฟ้าเขียนได้เป็น

$$d\Phi = \vec{E} \cdot d\vec{A} \quad (2.5)$$

โดยที่ $d\vec{A}$ คือพื้นที่ผิว และ Φ มีหน่วยเป็น นิวตันเมตร² คูลอมบ์⁻¹



รูปที่ 2.2 แสดงภาพของ $\Delta\Phi$ ที่สัมพันธ์กับสนาม E และพื้นที่ผิว ΔA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 พลังงานศักย์ไฟฟ้า

พลังงานศักย์ไฟฟ้า (E_p) ของประจุ q_0 ซึ่งวางอยู่ในสนามของประจุ Q_1, Q_2, \dots, Q_n เขียนได้เป็น

$$E_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot q_0 \sum_i^n \frac{Q_i}{r_i} \quad (2.6)$$

โดยที่ r_i คือระยะห่างจากจุดประจุ Q_i ถึงประจุ q_0 และหน่วยของ E_p คือจูล

2.5 ศักย์ไฟฟ้า

การนำประจุทดสอบ q_0 จากระยะอนันต์มายังจุดใด ๆ นั้น ถ้ามองเนื่องจากแรงภายนอกในการนำมาเท่ากับ W ศักย์ไฟฟ้า (electric potential) ที่จุดนั้น ๆ มีค่าเท่ากับ

$$V = \frac{W}{q_0} \quad (2.7)$$

จากสมการจะเห็นว่าศักย์ไฟฟ้าเป็นปริมาณสเกลาร์ และที่ตำแหน่งที่ไกลมาก ๆ ศักย์ไฟฟ้าจะมีค่าเป็นศูนย์ หน่วยของศักย์ไฟฟ้าเป็น จูลต่อคูลอมบ์ ซึ่งเรียกว่า โวลต์ (volt)

ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด 2 จุด หรือ a และ b คือ งานในการเคลื่อนประจุทดสอบ q_0 จาก a ไปยัง b ดังนั้นความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด 2 จุดเขียนได้เป็น

$$V_a - V_b = V_{ab} = \frac{W_{ab}}{q_0} \quad (2.8)$$

2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้าและความเข้มสนามไฟฟ้า

งานที่กระทำโดยแรงภายนอกในการนำประจุ q_0 จากจุด a มายังจุด b อาจเขียนได้เป็น

$$V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{r} \quad (2.9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะได้ว่าถ้าจุด a เป็นตำแหน่งอนันต์ จะได้ว่า V_a เป็นศูนย์ ดังนั้น V_b สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$V = -\int \vec{E} \cdot d\vec{r} \quad (2.10)$$

2.7 การหาสนามไฟฟ้า E จากศักย์ไฟฟ้า V

จากสมการข้างต้นเราสามารถคำนวณหา V ได้จาก E ในทางตรงกันข้ามเราสามารถคำนวณหา E จาก V ได้เช่นกัน ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการ ได้ดังนี้

$$\vec{E} = -\frac{\partial V}{\partial r} = -\nabla V \quad (2.11)$$

นั่นคือ ความเข้มสนามไฟฟ้าย่อยในทิศทางใด ๆ ณ จุดหนึ่ง คือลบของอนุพันธ์ย่อย (partial derivative) ของศักย์ไฟฟ้า ณ จุดนั้นเทียบกับพิกัดในทิศทางนั้น เช่น ในระบบพิกัดฉาก ความเข้มสนามไฟฟ้า E เขียนแยกเป็นส่วนประกอบได้ดังนี้

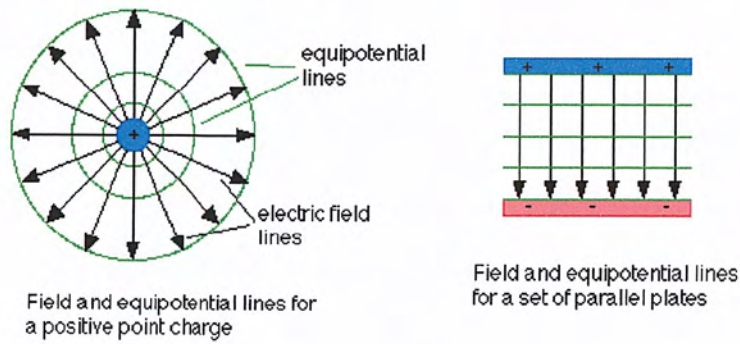
$$\vec{E} = -\frac{\partial V(x,y)}{\partial x} \hat{i} - \frac{\partial V(x,y)}{\partial y} \hat{j} \quad (2.12)$$

2.8 ความสัมพันธ์ของเส้นแรงไฟฟ้าและเส้นสมศักย์

เส้นแรงไฟฟ้าสามารถแสดงได้จากเส้นทางการเคลื่อนที่ของประจุทดสอบชนิดบวกที่วางอยู่ในสนามไฟฟ้า เมื่อประจุทดสอบถูกปล่อยให้เคลื่อนที่มันจะเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกับเส้นแรงไฟฟ้า

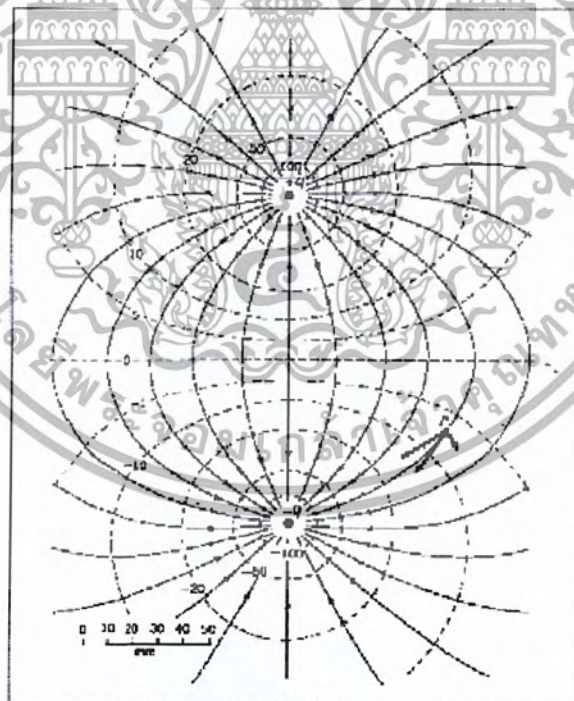
สำหรับในสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ เส้นแรงไฟฟ้าจะขนานกันดังรูป ในสนามไฟฟ้านี้ความต่างศักย์ต่อหนึ่งหน่วยความยาวจะมีค่าคงที่ เส้นสมศักย์สำหรับกรณีนี้จะขนานกันเหมือนกับเส้นแรงไฟฟ้า

สำหรับในกรณีที่สนามไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ เช่น สนามไฟฟ้าจากจุดประจุ $+Q$ เส้นแรงไฟฟ้าในกรณีนี้มีทิศทางตามแนวรัศมี และขนาดของความเข้มสนามจะแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง และศักย์ไฟฟ้าแปรผกผันกับระยะทาง เส้นสมศักย์มีลักษณะเป็นวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางเดียวกันที่จุดประจุ



รูปที่ 2.3 แสดงเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าของจุดประจุ $+Q$ (ซ้าย) และสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ (ขวา) เส้นสีเขียวคือเส้นสมศักย์และเส้นสีดำคือเส้นแรงไฟฟ้า

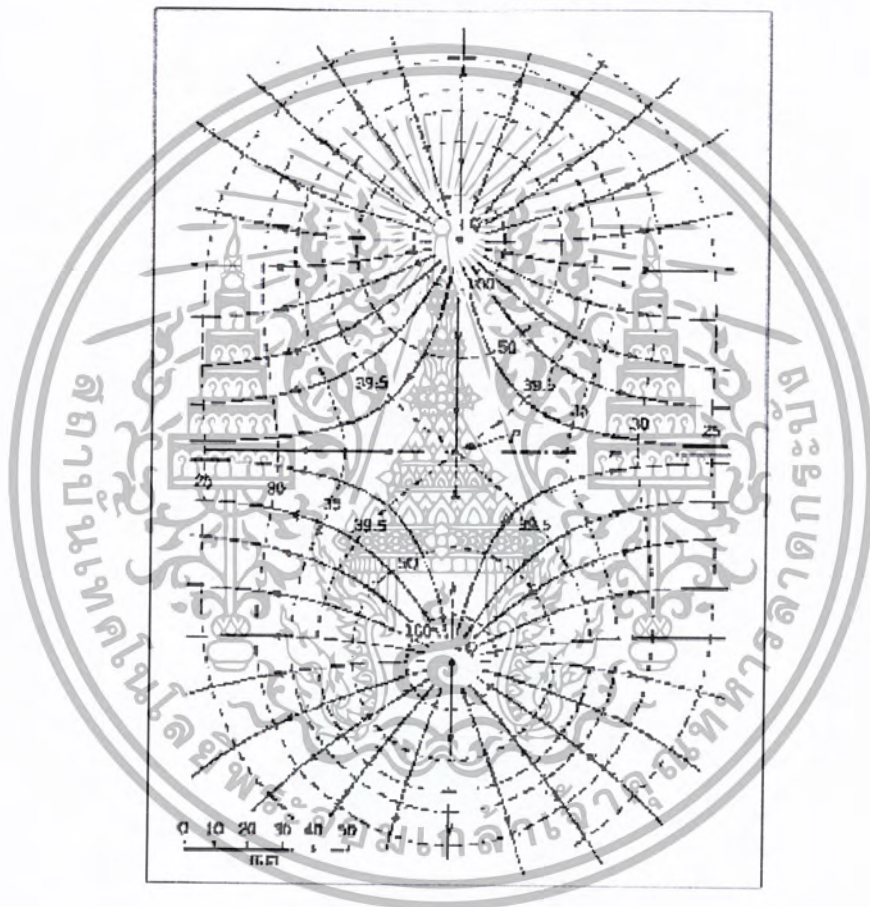
ในกรณีของจุดประจุที่มีขนาดเท่ากันและมีประจุชนิดต่างกัน สนามไฟฟ้าหรือเส้นแรงไฟฟ้าจะมีทิศทางพุ่งออกจากประจุบวกไปยังประจุลบ มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับผลรวมทางพีชคณิตของค่าศักย์ไฟฟ้าจากประจุทั้งสอง



รูปที่ 2.4 แสดงเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าของจุดประจุ $+Q$ และ $-Q$
เส้นประคือเส้นสมศักย์และเส้นทึบคือเส้นแรงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในอีกกรณีหนึ่งคือจุดประจุที่มีขนาดเท่ากัน ซึ่งมีชนิดประจุเหมือนกัน เส้นสมศักย์ในกรณีนี้มีลักษณะคล้ายกับล้อมจุดประจุทั้งสองไว้ โดยมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับผลรวมทางพีชคณิตของค่าศักย์ไฟฟ้าจากประจุทั้งสอง เส้นแรงไฟฟ้าทิศทางพุ่งออกจากประจุทั้งสอง และที่จุด P ซึ่งอยู่กึ่งกลางระหว่างจุดประจุทั้งสองเป็นจุดที่มีสนามไฟฟ้าเป็นศูนย์ เรียกจุดนี้ว่า singular point และที่จุดนี้สนามไฟฟ้าและเส้นสมศักย์จะไม่ตั้งฉากกัน



รูปที่ 2.5 แสดงเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าของจุดประจุ $+Q$ สองจุด
เส้นประคือเส้นสมศักย์และเส้นทึบคือเส้นแรงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานการวิจัย

เนื่องจากโปรแกรม MATLAB ได้รับการออกแบบให้สามารถนำมาใช้กับงานวิจัย ทำให้มีเครื่องมือหลายอย่างที่สามารนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างรวดเร็ว และเครื่องมือหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับในเวอร์ชัน 6.1 ก็คือ สามารถเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ภายนอก เช่น serial port หรือ GPIB เป็นต้น ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมให้มีศักยภาพได้มากยิ่งขึ้นอีก ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้เลือกโปรแกรม MATLAB มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากเส้นสมคักย์

การเขียนเส้นแรงไฟฟ้าในงานวิจัยนี้มีแนวทางในการเขียนเส้นแรงไฟฟ้าดังนี้

- รับข้อมูลจากเพิ่มข้อมูล
- แสดงผลข้อมูลเบื้องต้น
- สังเกตและปรับปรุงข้อมูล
- แสดงเส้นสมคักย์
- กำหนดจุดเริ่มต้นของเส้นแรงไฟฟ้า
- เขียนเส้นแรงไฟฟ้า

3.1 การรับข้อมูลจากเพิ่มข้อมูลและการแสดงผลเบื้องต้น

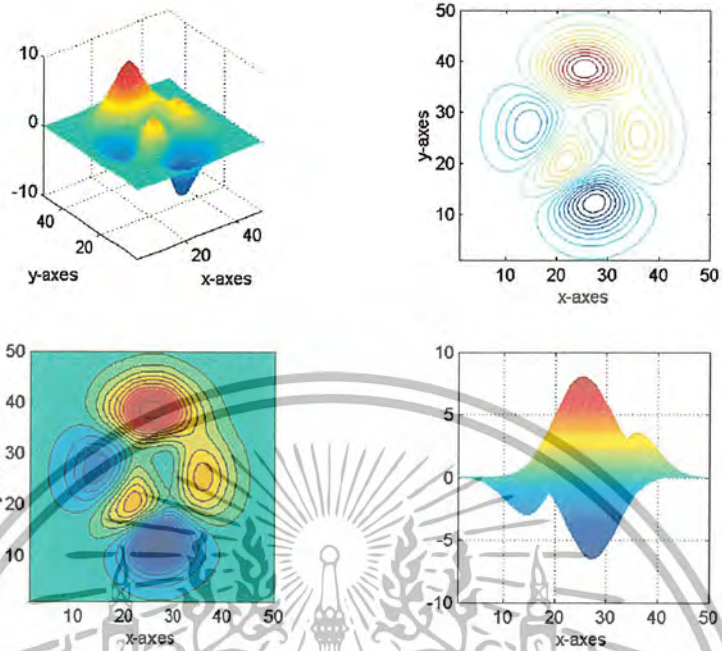
เพิ่มข้อมูลที่นิยมใช้ในการเก็บข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้คือ Text file และ Excel file ดังนั้นการรับข้อมูลจะรับมาจากทั้งสองเพิ่มแล้วแต่ความสะดวกและเหมาะสม

การรับข้อมูลจาก Excel file ทำได้โดยการใช้คำสั่ง xlsread และสำหรับการรับข้อมูลจาก Text file สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง dlmread นอกจากนี้ยังมี Text file อีกประเภทที่แปลงมาจาก Excel file คือ เพิ่มที่มีนามสกุลเป็น csv ก็สามารถรับข้อมูลได้โดยใช้คำสั่ง csvread

เมื่อทำการรับข้อมูลมาเรียบร้อยแล้วต่อไปคือการแสดงผลข้อมูลเบื้องต้นซึ่งประกอบด้วย

- ภาพ 3 มิติของข้อมูลในระบบพิกัดฉาก โดยที่ แกน x คือคอลัมน์ของข้อมูล แกน y คือแถวของข้อมูล และแกน z คือข้อมูลหรือศักย์ไฟฟ้า ภาพ 3 มิตินี้มีสองภาพเพื่อแสดงผลมุมมองที่ต่างกัน
- ภาพของเส้นแสดงรูปร่าง (contour) จะมีสองภาพคือภาพที่แสดงเฉพาะเส้น และภาพที่แสดงเส้นและมีการเติมสีระหว่างเส้น

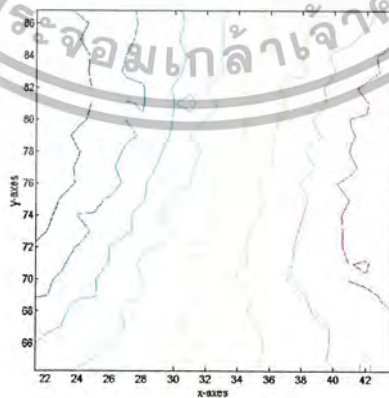
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงการแสดงผลข้อมูลเบื้องต้น

3.2 สังเกตและปรับค่าข้อมูล

ในการรับข้อมูลมาครั้งแรกส่วนใหญ่แล้วจะยังไม่ได้รับการปรับแต่งมาก่อน ข้อมูลประเภทนี้จะมีลักษณะเส้นแสดง โครงร่างที่ไม่เรียบ หยักไปมา



รูปที่ 3.2 แสดงเส้น โครงร่างของข้อมูลที่ยังไม่ได้ปรับค่าข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับค่าข้อมูลที่จุดใด ๆ ทำโดยการนำชุดข้อมูลที่อยู่ล้อมรอบมาหาค่าเฉลี่ยร่วมกับข้อมูลที่จุดนั้น จะได้ข้อมูลใหม่ที่ใช้แทนข้อมูลเดิม

$$\begin{bmatrix} d1 & d2 & d3 \\ d4 & x & d5 \\ d6 & d7 & d8 \end{bmatrix}$$

จากข้อมูลชุดนี้ เราสามารถค่าข้อมูลเฉลี่ยที่จุด x ได้ หรือเขียนได้ว่า

$$\text{ค่าเฉลี่ยของข้อมูล } x = \frac{d1 + d2 + d3 + d4 + x + d5 + d6 + d7 + d8}{9} \quad (3.1)$$

สำหรับข้อมูลที่ได้รับการปรับแต่งแล้วจะมีลักษณะของเส้นแสดงโครงร่างเรียงยี่งขึ้น



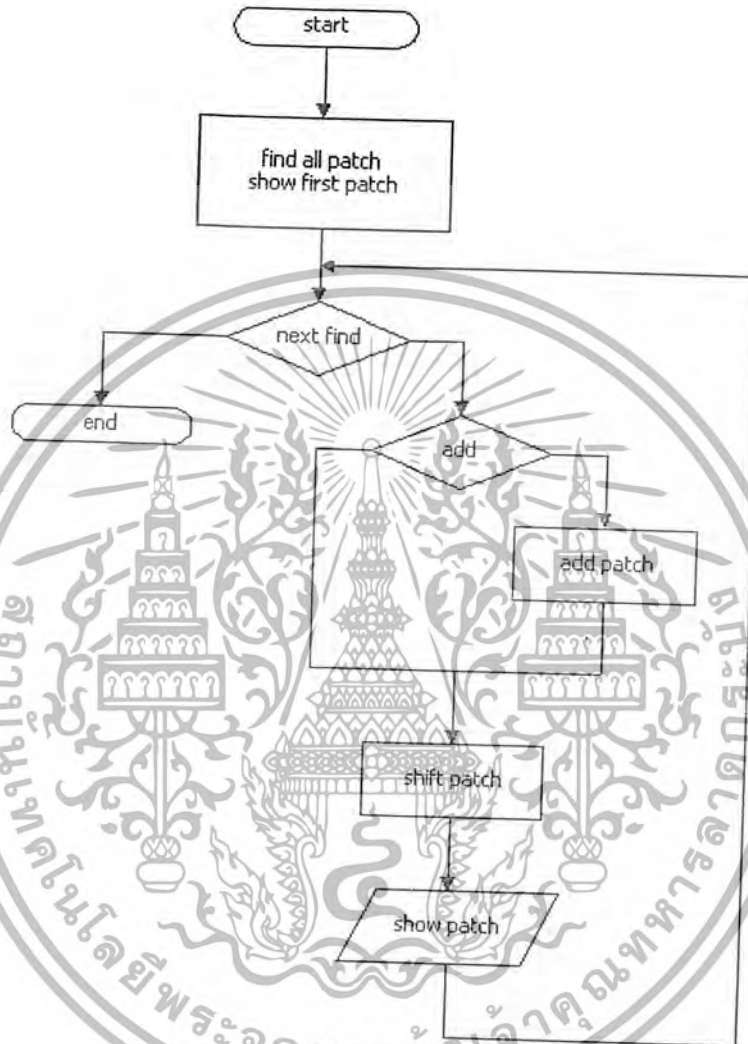
รูปที่ 3.3 แสดงเส้นโครงร่างของข้อมูลที่ได้รับการปรับค่าข้อมูลแล้ว

3.3 แสดงเส้นสมคักย์และกำหนดจุดเริ่มต้นของเส้นแรงไฟฟ้า

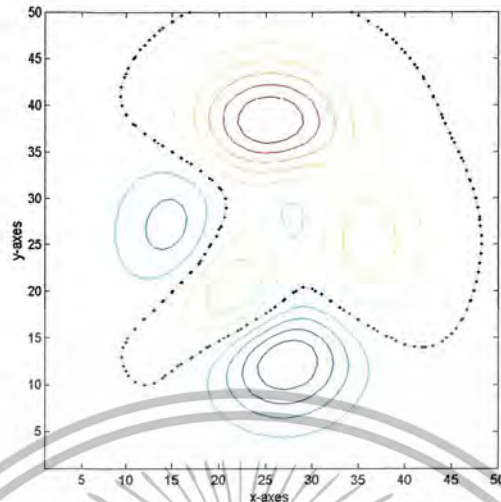
กระบวนการนี้มีความสำคัญต่อการเขียนเส้นแรงไฟฟ้าเป็นอย่างมาก เป็นส่วนที่ทำให้เส้นแรงไฟฟ้าที่เขียนขึ้นมีความสมบูรณ์แตกต่างกัน การเขียนเส้นสมคักย์จะใช้คำสั่ง contour ซึ่งเป็นเครื่องมือของโปรแกรม MATLAB สามารถกำหนดปริมาณของเส้นสมคักย์ได้ แต่ควรกำหนดให้มีค่าตั้งแต่ 10 ขึ้นไป จะเป็นการช่วยให้พิจารณาลักษณะของข้อมูลได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ได้ภาพของเส้นสมตักย์ที่เหมาะสมแล้ว ต่อไปคือการกำหนดจุดเริ่มต้นในการเขียนเส้นแรง ไฟฟ้า ซึ่งต้องอาศัยภาพเส้นสมตักย์ที่ได้แสดงไว้ข้างต้น โดยมีหลักการในการค้นหา ดังนี้



รูปที่ 3.4 แสดงโปรแกรมของการค้นหาและบันทึกเส้นรอยแยกที่ใช้เป็นจุดเริ่มต้นของเส้นแรงไฟฟ้า



รูปที่ 3.5 แสดงเส้นสมคักย์และจุดสีดำซึ่งคือจุดเริ่มต้นของเส้นแรงไฟฟ้าที่ได้บันทึกไว้

3.4 การเขียนเส้นแรงไฟฟ้า

เทคนิคที่ใช้ในการเขียนเส้นแรงไฟฟ้าคล้ายกับการหาเส้นทางเคลื่อนที่ของประจุ +1 คูลอมป์ โดยตำแหน่งเริ่มต้นกำหนดได้จากกระบวนการที่ผ่านมา การกำเนิดที่จะนำมาใช้เขียนเส้นแรงไฟฟ้าจะอาศัยหลักการดังต่อไปนี้

- forward differences และ centered differences
- สมการเส้นตรง

หลักการของ forward differences และ centered differences เป็นเทคนิคที่ใช้ในการหาอนุพันธ์ของข้อมูลในเชิงตัวเลข โดย forward differences มีรูปแบบดังนี้

$$f'(x_i) = \frac{f(x_{i+1}) - f(x_i)}{h} \quad (3.2)$$

และ centered differences มีรูปแบบดังนี้

$$f'(x_i) = \frac{f(x_{i+1}) - f(x_{i-1}))}{2h} \quad (3.3)$$

โดยที่ h คือ step size ซึ่งเท่ากับ $\Delta x = x_{i+1} - x_i$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาอนุพันธ์ทั้งสองจะนำมาใช้ในการหาขนาดของสนามไฟฟ้าที่จุดต่าง ๆ เทียบกับพิกัดฉาก โดยต้องอาศัยหลักในการหาความเข้มสนามไฟฟ้าจากศักย์ไฟฟ้า ซึ่งเขียนได้ดังนี้

$$\vec{E} = -\nabla V = -\frac{\partial V}{\partial r} = -\left(\frac{\partial}{\partial x}V_{(x,y)} + \frac{\partial}{\partial y}V_{(x,y)}\right) \quad (3.4)$$

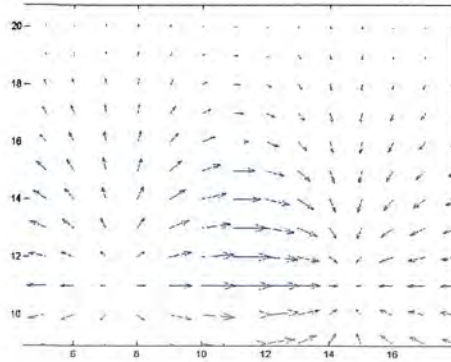
การคำนวณหาขนาดของสนามไฟฟ้าที่จุดต่าง ๆ นั้นจะทำได้โดยการใช้เทคนิค forward differences และ centered differences กับข้อมูลเชิงตัวเลขดังนี้



รูปที่ 3.6 แสดงโฟลชาร์ตในการคำนวณขนาดสนามไฟฟ้า

สิ่งที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ ขนาดของสนามไฟฟ้าเทียบกับแกน x และเทียบกับแกน y (E_x และ E_y) จากข้อมูลตรงนี้จะทำให้เราได้ภาพของเวกเตอร์เกรเดียนของศักย์ไฟฟ้าที่จุดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

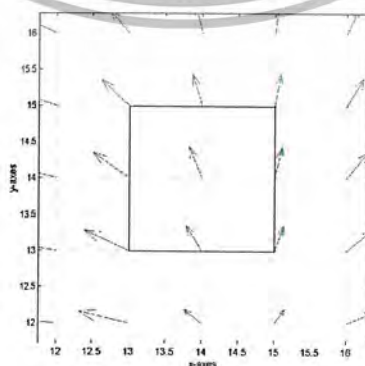


รูปที่ 3.7 แสดงเวกเตอร์แรงแม่เหล็กของสายไฟ

เมื่อพิจารณาจากภาพข้างต้นจะเห็นทิศทางของเส้นแรงไฟฟ้าได้อย่างคร่าวๆ และจากภาพนี้ทำให้สามารถคำนวณหาจุดต่อไปของเส้นแรงไฟฟ้าได้ โดยใช้แนวคิดของสมการเชิงเส้น ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$\begin{aligned}
 y &= mx + c \\
 y - y_1 &= m \cdot (x - x_1) + c \\
 m &= \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}
 \end{aligned}
 \tag{3.5}$$

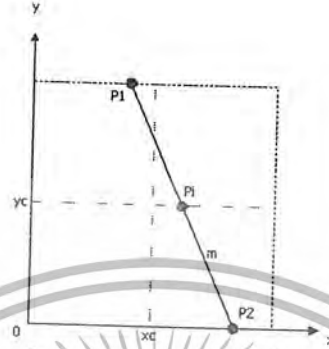
จากภาพแรงแม่เหล็กของสายไฟ เมื่อเติมกริดแล้วจะได้ระบบของจุดที่สามารถช่วยคำนวณจุดของเส้นแรงไฟฟ้าได้



รูปที่ 3.8 แสดงภาพแรงแม่เหล็กของสายไฟ เมื่อเติมกริดแล้ว

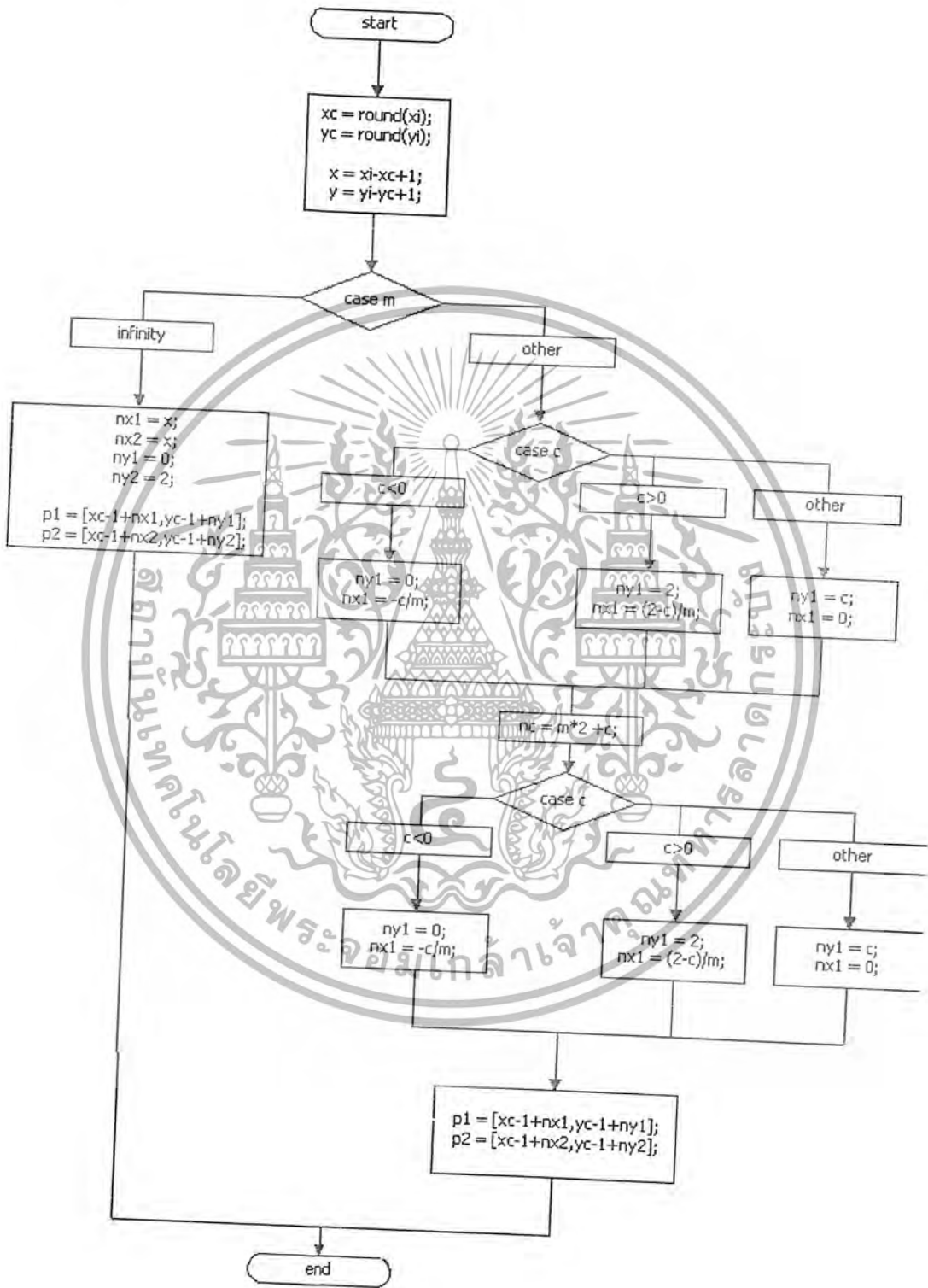
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีนี้ความชัน m คือ E_y/E_x และจุดแรกได้จากการกำหนดจุดเริ่มต้นดังที่กล่าวมาแล้ว เมื่อใช้ร่วมกับระบบพิกัดฉาก จะทำให้ได้จุดใหม่ขึ้นสองจุด



รูปที่ 3.9 แสดงความสัมพันธ์ของจุดตั้งต้น P_i กับจุดที่ได้เป็นผลลัพธ์ P_1 และ P_2

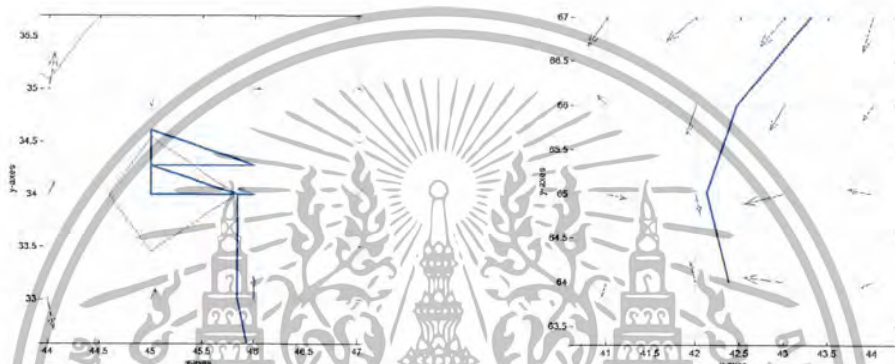
สำหรับโปรแกรมของการกำเนิดจุด P1 และ P2 จากจุด Pi เป็นดังนี้



รูปที่ 3.10 แสดงโปรแกรมของการกำเนิดจุด P1 และ P2 จากจุด Pi

สำหรับจุดใหม่ที่ได้จะถูกเลือกไปใช้เพียงจุดเดียว โดยเลือกเฉพาะจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดที่กล่าวมาตอนต้น คือ พิจารณาเส้นทางการเคลื่อนที่ของประจุ +1 คูลอมบ์ ซึ่งเป็นประจุที่เคลื่อนที่จากศักย์สูง ไปยังศักย์ต่ำ

ในการเขียนเส้นแรงไฟฟ้าพบว่ามึบางประการที่จะทำให้เกิดปัญหาในการเขียน คือ เกิดการวนซ้ำแนวเดิมหรือใกล้กับจุดเดิมทำให้โปรแกรมอยู่ในลูปอนันต์ ซึ่งเกิดกับการเขียนเส้นแรงไฟฟ้าของข้อมูลที่ยังไม่ได้รับการปรับค่าข้อมูล



รูปที่ 3.11 แสดงเส้นแรงไฟฟ้าที่เกิดปัญหาการวนซ้ำ

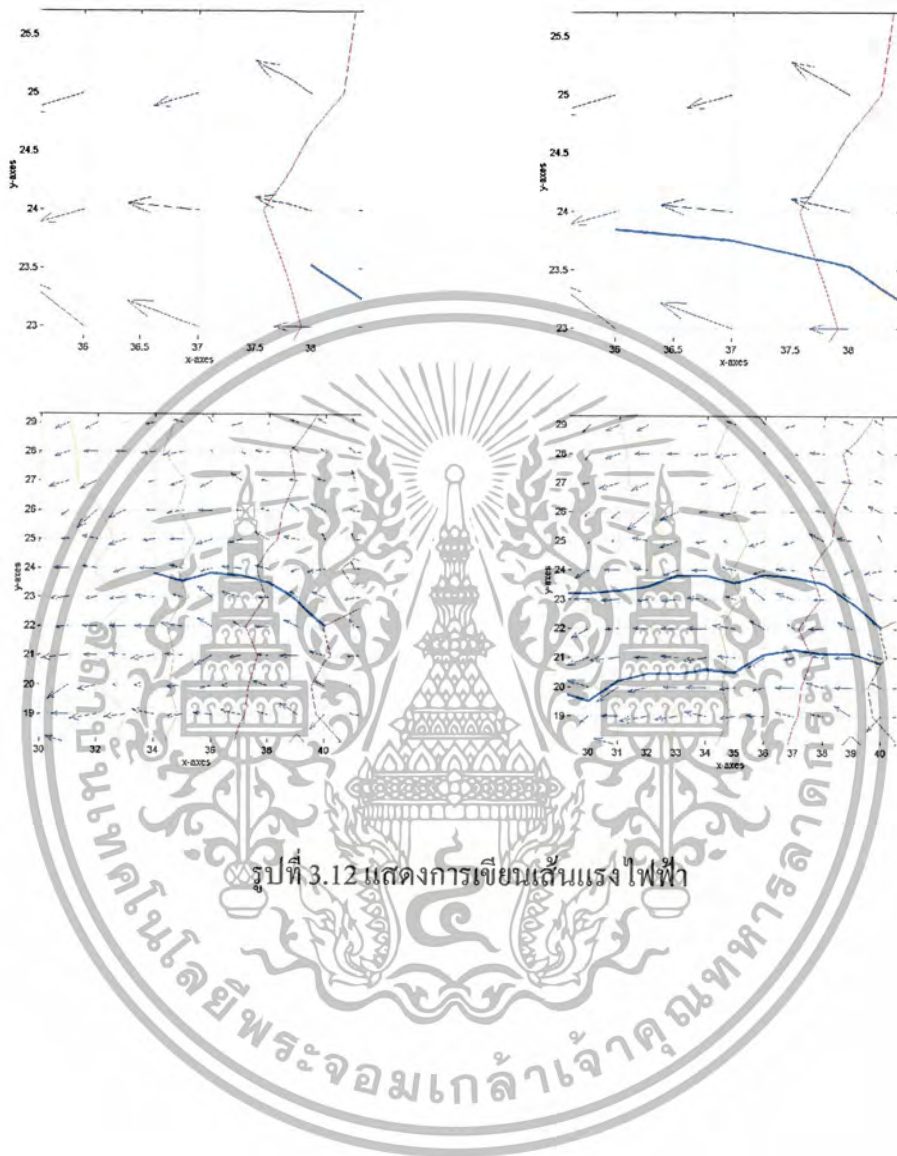
และตัวอย่างของตำแหน่งของกริดที่จุดบนเส้นแรงอยู่ใกล้กับรูปร่างบนด้านซ้ายคือ

X : 44 44 44 45 46 47 46 46 46 45 46 45 45 46 45

Y : 26 27 28 29 30 31 32 33 34 34 34 35 34 34 34

ซึ่งจะเห็นได้ว่าจุดใหม่ยังคงอยู่ใกล้กริดเดียวกันกับจุดที่ถัดลงไป 5 จุด ซึ่งทำให้เส้นแรงไฟฟ้าเกิดปัญหาอย่างเห็น อย่างไรก็ตามในการพัฒนานี้ได้มีการแก้ปัญหานี้แล้ว โดยการเปรียบเทียบจุดใหม่กับจุดที่ถัดลงไป 5 จุดตามเส้นแรงไฟฟ้า ถ้าพบว่ายังอยู่ที่จุดเดิมก็จะหยุดเขียนเส้นแรงนี้

ตัวอย่างการเขียนเส้นแรงไฟฟ้า



รูปที่ 3.12 แสดงการเขียนเส้นแรงไฟฟ้า

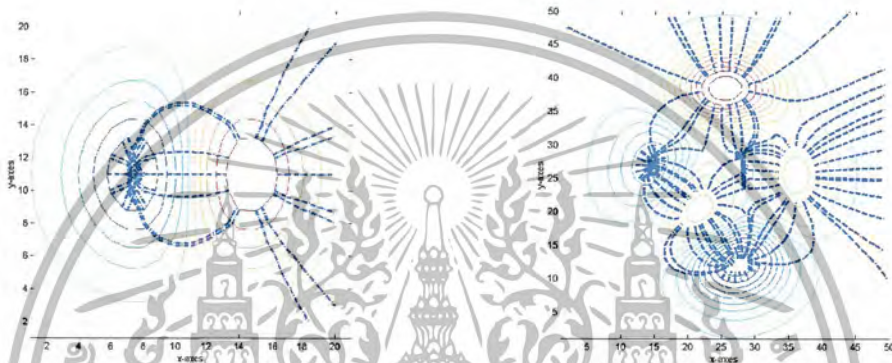
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

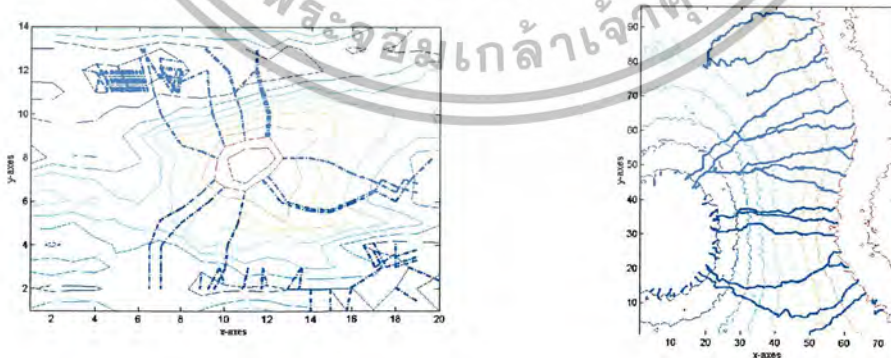
4.1 ผลการทดลองเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากข้อมูลลักษณะต่าง ๆ

4.1.1 ข้อมูลจาก โปรแกรม MATLAB เป็นข้อมูลที่สร้างขึ้นจาก โปรแกรม MATLAB



รูปที่ 4.1 แสดงภาพของเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าของข้อมูลจากโปรแกรม MATLAB

4.1.2 ข้อมูลจากระบบเครื่องมือวัด เป็นข้อมูลที่ไดจากระบบเก็บข้อมูลของเครื่องมือวัดในห้องทดลอง



(ก)

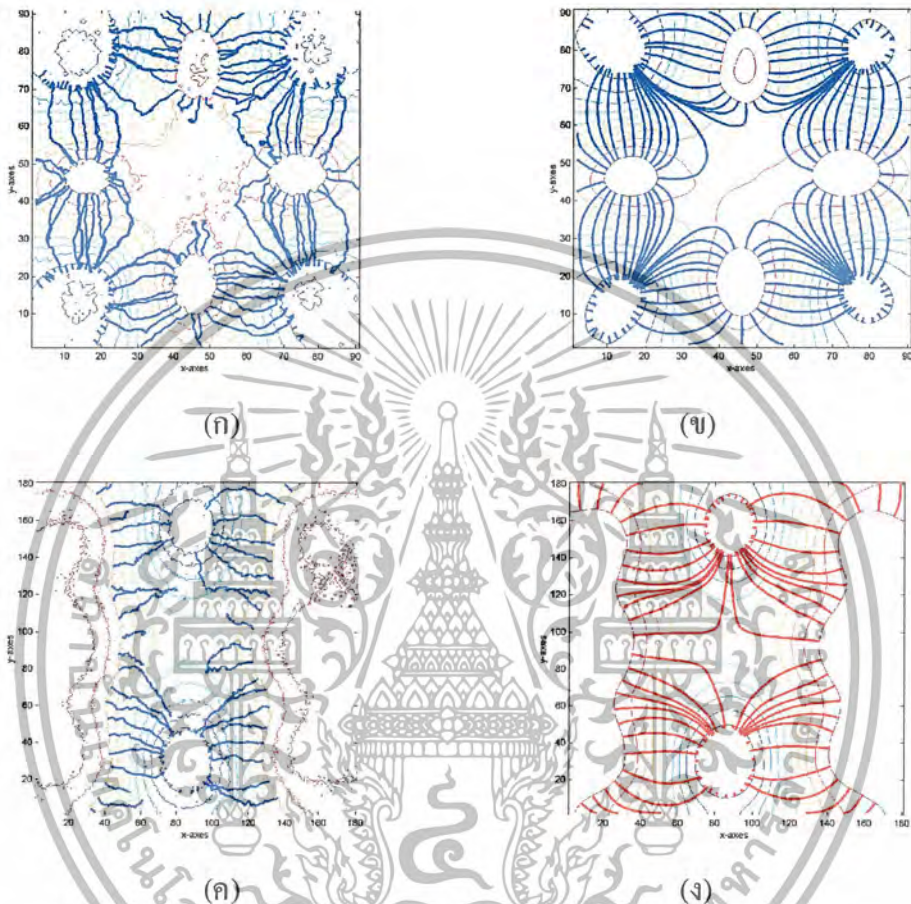
(ข)

รูปที่ 4.2 (ก) และ (ข) แสดงภาพของเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าของข้อมูลจากระบบเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองเรื่องการปรับค่าข้อมูลมีผลต่อการเขียนเส้นแรงไฟฟ้า

ภาพของเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าของข้อมูลที่ได้จากระบบวัดเส้นสมศักย์

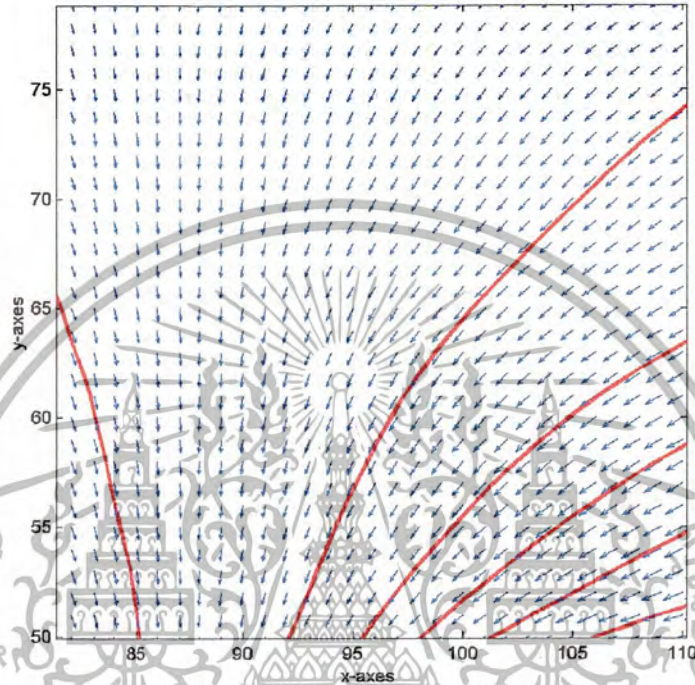


รูปที่ 4.3 แสดงภาพของเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าก่อนปรับ (ก,ค) และหลัง (ข,ง) ปรับค่าข้อมูล

จากภาพที่ได้จะเห็นได้ว่าภาพของเส้นสมศักย์ก่อนปรับค่าข้อมูลต่างจากหลังปรับค่าข้อมูลแล้วมาก เส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าที่ของข้อมูลที่ไม่ได้ปรับค่าจะมีลักษณะหยักไปมา ไม่เรียบ และเส้นแรงไฟฟ้าบางเส้นเกิดการวนซ้ำหรือวิ่งอยู่กับที่ทำให้เส้นแรงนั้นมีลักษณะขาด ไม่มีการเขียนต่อ แต่สำหรับภาพของข้อมูลที่ได้รับการปรับค่าแล้วจะมีเส้นสมศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าที่มีลักษณะเรียบ เห็นเป็นเส้นโค้ง สามารถแสดงรายละเอียดได้มากกว่า ช่วยลดปัญหาของเส้นแรงไฟฟ้าที่ขาดได้

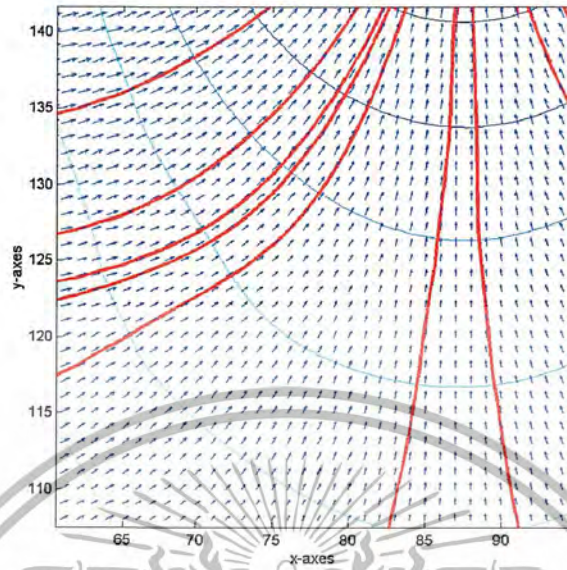
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 เปรียบเทียบผลการทดลองกับเวกเตอร์เกรเดียนของศักย์ไฟฟ้า

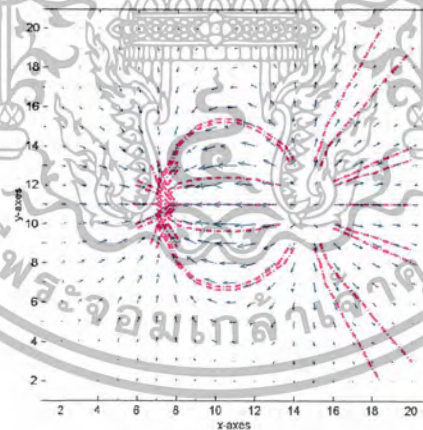


รูปที่ 4.4 แสดงภาพของเส้นแรง ไฟฟ้าที่เขียนร่วมกับเวกเตอร์เกรเดียนของศักย์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงภาพของเส้นแรงไฟฟ้าที่เขียนร่วมกับเส้นสมศักย์และเวกเตอร์เกรเดียนของศักย์ไฟฟ้า



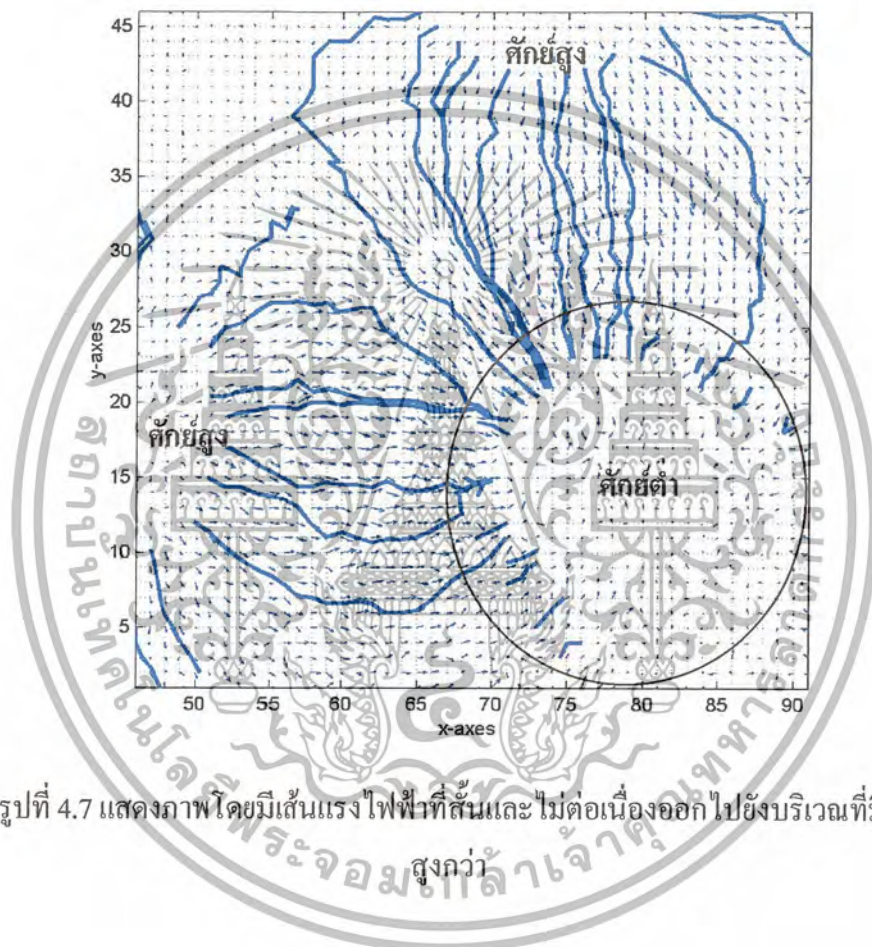
รูปที่ 4.6 แสดงภาพเส้นแรงไฟฟ้าที่เขียนร่วมกับเวกเตอร์เกรเดียนของศักย์ไฟฟ้า ในมุมมองที่ไม่ได้ขยาย

จากภาพที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 จะเห็นได้ว่าเส้นแรงไฟฟ้าที่เขียนได้ มีทิศทางเดียวกับเวกเตอร์เกรเดียนของศักย์ไฟฟ้า ดังนั้นเส้นแรงไฟฟ้าที่เขียนจากการพัฒนาโปรแกรมนี้จึงมีความถูกต้องและสามารถใช้อ้างอิงถึงเส้นแรงไฟฟ้าจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 อภิปรายผลการทดลอง

และจากผลการทดลองพบว่าภาพต่าง ๆ ที่ได้สามารถใช้ศึกษาศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าได้ดี อย่างไรก็ตามภาพของเส้นแรงไฟฟ้าที่ได้ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งความไม่สมบูรณ์ของเส้นแรงไฟฟ้าจะปรากฏอยู่ที่จุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ โดยมีเส้นแรงไฟฟ้าที่สั้นและไม่ต่อเนื่องออกไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า



รูปที่ 4.7 แสดงภาพโดยมีเส้นแรงไฟฟ้าที่สั้นและไม่ต่อเนื่องออกไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมเพื่อเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากเส้นสมคักย์นี้ สามารถเขียนเส้นแรงไฟฟ้าจากคักย์ไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม MATLAB ในการพัฒนา ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสามารถหลายอย่าง ที่เกี่ยวกับการสร้างภาพของข้อมูลในรูปแบบของเมตริกซ์ที่มีมิติเป็น $m \times n$ มิติ มีแถวเป็น m แถว และมีคอลัมภ์เป็น n คอลัมภ์ ภาพที่โปรแกรมนี้สามารถเขียน ได้มีดังต่อไปนี้

- ภาพเส้นสมคักย์
- ภาพเส้นแรงไฟฟ้า
- ภาพเวกเตอร์เกรเดียนของคักย์ไฟฟ้า
- ภาพ 3 มิติของคักย์ไฟฟ้า โดยมีระนาบ xy แทนตำแหน่ง และข้อมูลในแกน z แทนคักย์ไฟฟ้า

ภาพเหล่านี้สามารถแสดงเพียงภาพเดียวหรือแสดงรวมกันก็ได้ นอกจากการเขียนภาพต่าง ๆ แล้วยังมีโปรแกรมคำนวณและแสดงภาพเส้นสมคักย์และเวกเตอร์เกรเดียนของคักย์ไฟฟ้าของประจุชนิดจุดอีกด้วย ดังนั้น โปรแกรมและเทคนิคการเขียนเส้นแรงไฟฟ้าที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะมีส่วนช่วยให้การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี

5.2 ประสิทธิภาพของการเขียนเส้นแรงไฟฟ้า

ความเร็วในการเขียนเส้นแรงไฟฟ้าขึ้นอยู่กับขนาดของข้อมูลและความต่อเนื่องของข้อมูล กล่าวคือข้อมูลที่มีขนาดเล็กจะมีความเร็วในการเขียนมากกว่าข้อมูลขนาดใหญ่ และสำหรับข้อมูลที่มีความต่อเนื่องจะมีความเร็วของการเขียนเส้นแรงไฟฟ้ามากกว่าข้อมูลที่ไม่มีความต่อเนื่อง

ความสมบูรณ์ของเส้นแรงไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดจุดเริ่มต้น สำหรับจุดเริ่มต้นที่กำหนดไว้ที่เหมาะสมจะทำให้ภาพเส้นแรงไฟฟ้ามีความสมบูรณ์

5.3 วิจารณ์ผลการทดลอง

โปรแกรมนี้สามารถใช้ศึกษาศักย์และสนามไฟฟ้าได้ โดยศึกษาจากข้อมูลที่เก็บอยู่ในรูปของเพิ่มข้อมูลหรือตัวแปรใน โปรแกรม MATLAB ซึ่งต้องอาศัยระบบอื่นในการกำเนิดข้อมูล และ การใช้โปรแกรมนี้จำเป็นที่จะต้องเปิดโปรแกรม MATLAB ขึ้นมาก่อนจึงจะสามารถเปิดโปรแกรมนี้ได้ ด้วยเหตุนี้ทำให้ความสะดวกและรวดเร็วในการใช้งานโปรแกรมนี้ลดลง

และจากผลการทดลองพบว่าภาพต่าง ๆ ที่ได้สามารถใช้ศึกษาศักย์และเส้นแรงไฟฟ้าได้ดี และจะพบว่าสามารถใช้ได้ดีกับข้อมูลขนาดประมาณ 100×100 อย่างไรก็ตามภาพของเส้นแรงไฟฟ้าที่ได้ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งความไม่สมบูรณ์ของเส้นแรงไฟฟ้าจะปรากฏอยู่ที่จุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ โดยมีเส้นแรงไฟฟ้าที่สั้นและไม่ต่อเนื่องออกไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า

5.4 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนามีดังต่อไปนี้

- ควรสร้างระบบเก็บข้อมูลเชื่อมต่อกับโปรแกรม ซึ่งทำให้โปรแกรมสามารถกำเนิดข้อมูลได้ด้วยตัวเอง
- ควรเพิ่มความสามารถเกี่ยวกับการจัดการกับภาพ เช่น การแก้ไขภาพหลังจากที่เขียนภาพเสร็จแล้ว การบันทึกข้อมูลใหม่หลังจากที่มีการปรับค่า เป็นต้น
- ควรเพิ่มความสามารถให้กับภาพของเส้นแรงไฟฟ้า ซึ่งอาจทำได้โดยเพิ่มเส้นแรงไฟฟ้าที่เป็นเส้นทางการเคลื่อนที่ของประจุชนิดลบ
- ควรพัฒนาให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง เช่น นำเทคนิคการเขียนโปรแกรมไปพัฒนาในโปรแกรมภาษา C/PASCAL หรือ BASIC เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2541. **ฟิสิกส์ 2.**

พิมพ์ครั้งที่ 3 ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไอยเรศ, แฟรงค์. 2540. **ทฤษฎีและตัวอย่างโจทย์ แคลคูลัส.** กรุงเทพฯ:แมคกรอ-ฮิล.

เอคมินิสเตอร์ เอ. โจเซฟ. 2540. **ทฤษฎีและตัวอย่างโจทย์ สนามแม่เหล็กไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ:

แมคกรอ-ฮิล.

Hanselman, D and B. Littlefield. 1998. **Mastering MATLAB® 5 A Comprehensive Tutorial and Reference.** London:Prentice-Hall International, Inc.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งโปรแกรมและเริ่มใช้งาน

1. คัดลอกโฟลเดอร์ของโค้ดโปรแกรม ใส่งในฮาร์ดดิส
2. เปิดโปรแกรม MATLAB
3. ย้าย Path ของ MATLAB ไปยังโฟลเดอร์ที่เก็บโค้ดโปรแกรม
4. เริ่มต้นโปรแกรมโดย

a. การพิมพ์ runesp แล้วกด Enter

```
>> runesp
```

b. กำหนดตัวแปร z ขึ้นมา แล้วพิมพ์ runesp(z)

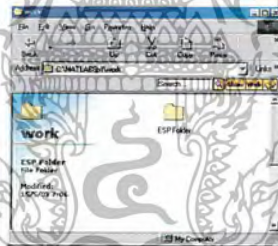
```
>> [x,y] = meshgrid(-2::2:2, -2::2:2);
```

```
>> z = x.* exp(-x.^2 - y.^2);
```

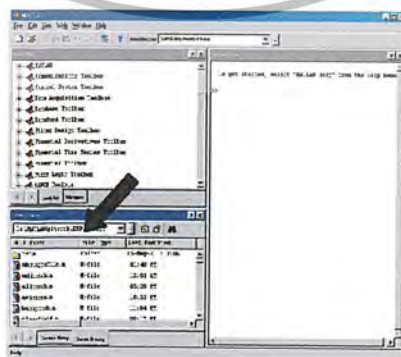
```
>> runesp(z)
```

c. เริ่มต้นโดยใช้ตัวอย่างข้อมูลของ MATLAB โดยพิมพ์ runesp(peaks)

```
>> runesp(peaks(50))
```



รูปที่ 1 แสดง โฟลเดอร์ของโค้ดโปรแกรม

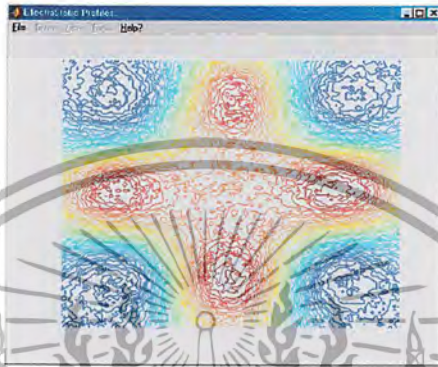


รูปที่ 2 แสดง Path ของโปรแกรม MATLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรม

เมื่อโปรแกรมเริ่มต้นจะมีเป็นดังรูปที่ 3 การใช้งานโปรแกรมทำได้โดยผ่านปุ่มต่าง ๆ บน Menu bar



รูปที่ 3 แสดงโปรแกรม เมื่อเริ่มต้นใช้งาน

หน้าที่ของปุ่มต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

File

Open

- รับข้อมูลจากแฟ้ม Excel หรือ Text

Probe position setting

- เลื่อนตำแหน่งหัววัดของระบบวัดเส้นสมศักย์

Point charge simulation

- เรียก โปรแกรมจำลองผลศักย์ไฟฟ้าและสนามไฟฟ้าของประจุชนิดจุด

Show

4 Split view

- แสดงภาพ 3 มิติและภาพเส้นแสดงโครงร่าง (contour) บนหน้าต่างเดียวกัน

3D View

- แสดงเฉพาะภาพ 3 มิติ เป็นแบบ mesh หรือแบบ surface

2D View

- แสดงภาพของเส้นสมศักย์หรือภาพของเส้นแรงไฟฟ้า

All profile

- แสดงภาพ 3 มิติ และภาพเส้นสมศักย์ แยกหน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

View	
Default	- เปลี่ยนมุมมองภาพปัจจุบันให้เป็นแบบ 3 มิติ
Top	- เปลี่ยนมุมมองภาพปัจจุบันให้เป็นแบบ 2 มิติ หรือมองจากด้านบน
X-axis	- เปลี่ยนมุมมองภาพปัจจุบันเป็นแบบมองจากด้านแกน x
Y-axis	- เปลี่ยนมุมมองภาพปัจจุบันเป็นแบบมองจากด้านแกน y
Toggle box	- สลับการแสดงกรอบของภาพ
Toggle grid	- สลับการแสดงกริด
Axis	- สลับการแสดงแกน
Color map	- เปลี่ยนแปลงระบบสีของหน้าต่าง
Zoom	- ขยายภาพ
3D Rotate	- หมุนภาพ
New tick label	- เปลี่ยนตัวเลขของแกน x และแกน y
Tools	
Original profile	- แสดงภาพต่าง ๆ ของข้อมูลแบบที่ไม่ได้ปรับค่าข้อมูล
Read value	- อ่านศักย์ไฟฟ้า
Smooth	- ปรับค่าข้อมูล
Data size	- แสดงขนาดของข้อมูล
Max-Min field	- แสดงภาพเส้นสมศักย์และเวกเตอร์เกรเดียน และแสดงจุดที่มีสนามไฟฟ้าต่ำ (*แดง) และสนามไฟฟ้าสูง (0 สีน้ำเงิน)
Find patch	- ทำการค้นหาเส้นสมศักย์เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้น
Show patch mark	- สลับการแสดงผลเส้นสมศักย์ที่ได้กำหนดไว้
Show element	- สลับการแสดงผลกริดที่ผ่านจุดของข้อมูล
All patch	- สลับการแสดงผลเส้นสมศักย์
Vector field	- สลับการแสดงผลเวกเตอร์เกรเดียนของศักย์ไฟฟ้า
Show field	- สลับการแสดงผลเส้นแรงไฟฟ้า (กรณีที่ไม่เคยเขียนมาก่อนหรือ Clear field จะเริ่มเขียนเส้นใหม่)
Field color	- เปลี่ยนสีเส้นแรงไฟฟ้า
Clear field	- ลบเส้นแรงไฟฟ้าออกจากภาพและหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Option

- สลับการแสดงผลเมนูหลักของหน้าต่าง และกำหนดการแสดงผลภาพใหม่
(เปิดหน้าต่างใหม่/ใช้หน้าต่างเดิม)

Help?

About profile

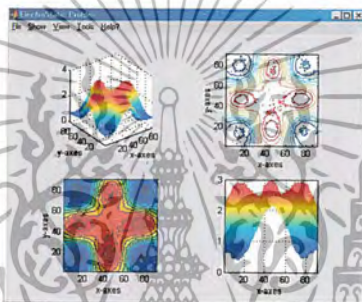
- แสดงข้อความเกี่ยวกับ โปรแกรม



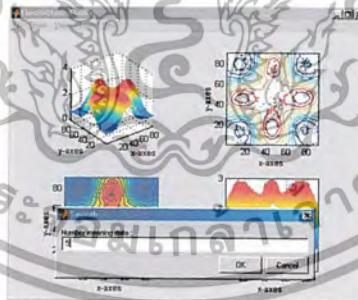
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการเขียนเส้นแรงไฟฟ้า

1. เปิดข้อมูลจากแฟ้ม
2. ปรับค่าข้อมูลด้วย Smooth ใช้จำนวนครั้ง 5
3. กดเมนู Field
4. เพิ่มเส้นสมคักย์ที่เหมาะสมเพื่อกำหนดจุดเริ่มต้น
5. กด ok เมื่อมีการรอรับข้อมูล
6. รอให้โปรแกรมทำงานจนเสร็จ จะได้เส้นสมคักย์และเส้นแรงไฟฟ้า

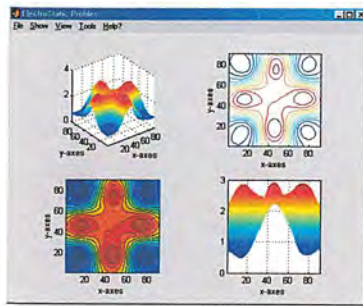


รูปที่ 4 แสดงภาพเบื้องต้นของข้อมูลตัวอย่าง

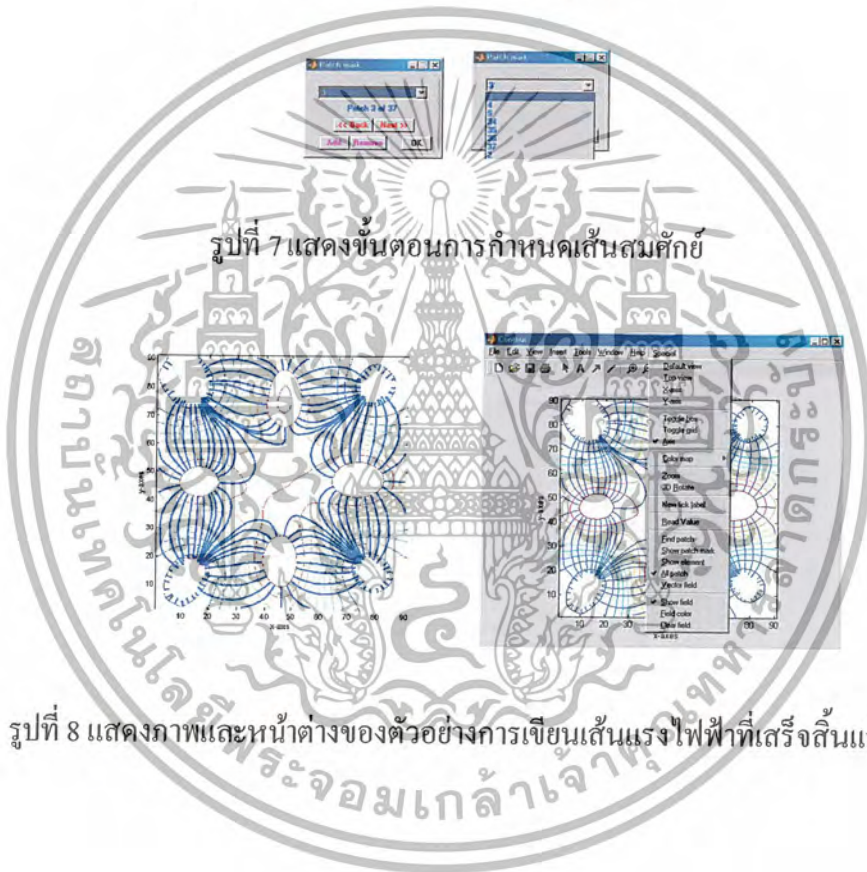


รูปที่ 5 แสดงขั้นตอนการปรับค่าข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 แสดงภาพเบื้องต้นของข้อมูลที่ปรับค่าแล้ว



รูปที่ 7 แสดงขั้นตอนการกำหนดเส้นสมตักย์

รูปที่ 8 แสดงภาพและหน้าต่างของตัวอย่างการเขียนเส้นแรงไฟฟ้าที่เสร็จสิ้นแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function aboutprofile
%===cancel OpenGL
opengl neverselect;
%===Text
about_text = {...
    '##### ElectroStatic Profile #####',...
    '    ',...
    'The computer profile using MATLAB',...
    'By Somphop Saejia',...
    '    ',...
    '    ',...
    'Version 1.0'};
%===show about profile
idata = 1:64;
idata = (idata*idata)/64;
hmsg = msgbox(about_text,'About Profile.','modal',idata,cool(24));
waitfor(hmsg);
...
function addpatch
userdata = get(gcf,'UserData');
fig = userdata{1};
ax = userdata{2};
hk = userdata{3};
h = userdata{4};
oldwidth = userdata{5};
patchindex = userdata{6};
pop = findobj(hk,'Tag','pop');
txt = findobj(hk,'Tag','txt');
cmdback = findobj(hk,'Tag','cmdback');
cmdnext = findobj(hk,'Tag','cmdnext');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

cmdadd = findobj(hk,'Tag','cmdadd');
cmdremove = findobj(hk,'Tag','cmdremove');
cmdok = findobj(hk,'Tag','cmdok');
indexstr = num2str(patchindex);
popstr = get(pop,'string');
if strcmp(popstr,'None')
    str = {indexstr};
    popdata = patchindex;
else
    if ~isempty(find(get(pop,'UserData')==patchindex))
        errmsg = 'Error in patch mark : this patch is already added.';
        uiwait(errordlg(errormsg,'Error','modal'));
        return;
    end
    popstr{end+1} = indexstr;
    str = popstr;
    popdata = [get(pop,'UserData');patchindex];
end
set(pop,'String',str);
set(pop,'UserData',popdata);
...
function allpatch
mnu_allpatch = findobj(gcf,'Label','&All patch');
if strcmp(get(mnu_allpatch,'Checked'),'off')
    a = get(mnu_allpatch,'UserData');
    set(a,'Visible','on');
    set(mnu_allpatch,'Checked','on');
else
    a = findobj(gcf,'Type','patch');
    set(a,'Visible','off');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    set(mnu_allpatch,'Checked','off','UserData',a);
end
...
function axismenu;
%===find object
mnu_axis = findobj(gcf,'Label','&Axis');
mnu_box = findobj(gcf,'Label','Toggle &box');
mnu_grid = findobj(gcf,'Label','Toggle &grid');
%===method
if strcmp(get(mnu_axis,'Checked'),'off')
    axis on;
    set(mnu_axis,'Checked','on');
    set(mnu_box,'Enable','on');
    set(mnu_grid,'Enable','on');
else
    axis off;
    set(mnu_axis,'Checked','off');
    set(mnu_grid,'Enable','off');
    set(mnu_box,'Enable','off');
end
...
function backpatch
userdata = get(gcf,'UserData');
fig = userdata{1};
ax = userdata{2};
hk = userdata{3};
h = userdata{4};
oldwidth = userdata{5};
patchindex = userdata{6};
pop = findobj(hk,'Tag','pop');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

txt = findobj(hk,'Tag','txt');
cmdback = findobj(hk,'Tag','cmdback');
cmdnext = findobj(hk,'Tag','cmdnext');
cmdadd = findobj(hk,'Tag','cmdadd');
cmdremove = findobj(hk,'Tag','cmdremove');
cmdok = findobj(hk,'Tag','cmdok');
oldindex = patchindex;
patchindex = patchindex - 1;
if patchindex<=0
    patchindex = length(h);
end
set(txt,'String',['Patch ' num2str(patchindex) ' of ' num2str(length(h))]);
set(hk,'UserData',{fig;ax;hk;h;oldwidth;patchindex});
if get(h(oldindex),'LineWidth')~=oldwidth{oldindex}
    set(h(oldindex),'LineWidth',oldwidth{oldindex});
end
load data;
[row,col] = size(z);
mindata = min([row,col])*0.2;
if length(get(h(patchindex),'XData'))>mindata
    set(h(patchindex),'LineWidth',oldwidth{patchindex}*5);
end
...
function clearfield
mnu_showfield = findobj(gcf,'Label','&Show field');
hf = get(mnu_showfield,'UserData');
if ~isempty(hf)
    delete(hf);
    set(mnu_showfield,'Checked','off','UserData',[]);
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

...
function clickpop
userdata = get(gcf,'UserData');
fig = userdata{1};
ax = userdata{2};
hk = userdata{3};
h = userdata{4};
oldwidth = userdata{5};
patchindex = userdata{6};
pop = findobj(hk,'Tag','pop');
txt = findobj(hk,'Tag','txt');
cmdback = findobj(hk,'Tag','cmdback');
cmdnext = findobj(hk,'Tag','cmdnext');
cmdadd = findobj(hk,'Tag','cmdadd');
cmdremove = findobj(hk,'Tag','cmdremove');
cmdok = findobj(hk,'Tag','cmdok');
popindex = get(pop,'Value');
popstr = get(pop,'String');
popdata = get(pop,'UserData');
if strcmp(popstr(1),'N')
    return;
end
oldindex = patchindex;
patchindex = popdata(popindex);
set(txt,'String',['Patch ' num2str(patchindex) ' of ' num2str(length(h))]);
set(hk,'UserData',{fig;ax;hk;h;oldwidth;patchindex});
if get(h(oldindex),'LineWidth')~=oldwidth{oldindex}
    set(h(oldindex),'LineWidth',oldwidth{oldindex});
end
set(h(patchindex),'LineWidth',oldwidth{patchindex}*5);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

...
function closefindpatch
load hpatch;
hc = findobj(gcf,'Tag','Colorbar');
delete(hc);
oldwidth = 0.5;
set(h,'LineWidth',oldwidth);
...
function conbackpatch
userdata = get(gcf,'UserData');
fig = userdata{1};
ax = userdata{2};
hk = userdata{3};
h = userdata{4};
oldwidth = userdata{5};
patchindex = userdata{6};
pop = findobj(hk,'Tag','pop');
txt = findobj(hk,'Tag','txt');
cmdback = findobj(hk,'Tag','cmdback');
cmdnext = findobj(hk,'Tag','cmdnext');
cmdadd = findobj(hk,'Tag','cmdadd');
cmdremove = findobj(hk,'Tag','cmdremove');
cmdok = findobj(hk,'Tag','cmdok');
t = round(length(h)*0.05);
if t==0
    t = 1;
end
oldindex = patchindex;
patchindex = patchindex - t;
if patchindex<=0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    patchindex = length(h);
end
set(txt,'String',['Patch ' num2str(patchindex) ' of ' num2str(length(h))]);
set(hk,'UserData',{fig;ax;hk;h;oldwidth;patchindex});
if get(h(oldindex),'LineWidth')~=oldwidth{oldindex}
    set(h(oldindex),'LineWidth',oldwidth{oldindex});
end
load data;
[row,col] = size(z);
mindata = min([row,col])*0.2;
if length(get(h(patchindex),'XData'))>mindata
    set(h(patchindex),'LineWidth',oldwidth{patchindex}*5);
end
...
function connextpatch
userdata = get(gcf,'UserData');
fig = userdata{1};
ax = userdata{2};
hk = userdata{3};
h = userdata{4};
oldwidth = userdata{5};
patchindex = userdata{6};
pop = findobj(hk,'Tag','pop');
txt = findobj(hk,'Tag','txt');
cmdback = findobj(hk,'Tag','cmdback');
cmdnext = findobj(hk,'Tag','cmdnext');
cmdadd = findobj(hk,'Tag','cmdadd');
cmdremove = findobj(hk,'Tag','cmdremove');
cmdok = findobj(hk,'Tag','cmdok');
t = round(length(h)*0.05);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if t==0
    t = 1;
end
oldindex = patchindex;
patchindex = patchindex + t;
if patchindex>length(h)
    patchindex = 1;
end
set(txt,'String',['Patch ' num2str(patchindex) ' of ' num2str(length(h))]);
set(hk,'UserData',{fig;ax;hk;h;oldwidth;patchindex});
if get(h(oldindex),'LineWidth')~=oldwidth{oldindex}
    set(h(oldindex),'LineWidth',oldwidth{oldindex});
end
load data;
[row,col] = size(z);
mindata = min([row,col])*0.2;
if length(get(h(patchindex),'XData'))>mindata
    set(h(patchindex),'LineWidth',oldwidth{patchindex}*5);
end
...
function c = cool_spring(m)
if nargin < 1, m = size(get(gcf,'colormap'),1); end
m = m/2;
r = (0:m-1)/max(m-1,1);
cool = [r 1-r ones(m,1)];
spring = [ones(m,1) r 1-r];
c = [cool;spring];
...
function datasize
%===load data

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

load databackup;
%===size
[iy,ix] = size(z);
%...create text about profile
welcome_text = {...
    'Size of data : (x,y)',...
    '          ',...
    ['          ' num2str(ix) ' ' num2str(iy) ""]];
%...show about profile
hmsg = msgbox(welcome_text,'Data size','modal');
waitfor(hmsg);
...
function dm = distance(h,posx,posy)
x = 0:h:1;
y = 0:h:1;
[xx,yy] = meshgrid(x,y);
len = size(xx,1);
num = length(posx);
for i=1:1:len
    for j=1:1:len
        for p=1:1:num
            dm(i,j,p) = sqrt((posy(p)-yy(i,j))^2 + (posx(p)-xx(i,j))^2);
        end
    end
end
end
...
function [hx,hy]=drawgrid(x,y)
%===convert matrix to vector
vx = x(1,:);
vy = y(:,1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%===vertical line
for i=1:length(vx)
    hx(i) = line([vx(i) vx(i)],[vy(1) vy(end)]);
end
%===horizontal line
for i=1:length(vy)
    hy(i) = line([vx(1) vx(end)],[vy(i) vy(i)]);
end
...
function espfig
%===open
figure
fig = figure;
set(fig,'Name','ElectroStatic Profiles','NumberTitle','off','MenuBar','none');
%---File
mnu_file = uimenu('Label','&File');
%...New
mnu_new = uimenu(mnu_file,'Label','&New scan',...
    'Callback',[...
        ],...
    "]);
%...Open
mnu_open = uimenu(mnu_file,'Label','&Open',...
    'Callback',[...
        ],...
    "]);
%...Text File
mnu_opentext = uimenu(mnu_open,'Label','&Text File',...
    'Callback',[...
        'opentext;',...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    ",...
    ",...
    "]);

%...Excel file
mnu_openexcel = uimenu(mnu_open,'Label','&Excel File',...
    'Callback',[...
    'openexcel;',...
    ",...
    ",...
    "]);

%.....
%...Probe position setting
mnu_probe = uimenu(mnu_file,'Label','&Probe position setting','Separator','on',...
    'Callback',[...
    'setmotor;',...
    "]);

%.....
%...Point charge simulation
mnu_sim = uimenu(mnu_file,'Label','&Point charge simulation','Separator','on',...
    'Callback',[...
    'ees;',...
    "]);

%.....

%...Exit
mnu_exit = uimenu(mnu_file,'Label','&Exit',...
    'Separator','on',...
    'Callback',[...
    'close;',...
    "]);

%---Show-----

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mnu_show = uimenu('Label','&Show');
%...4 Split view
mnu_4split = uimenu(mnu_show,'Label','&4 Split view',...
'Callback',[...
'show4split;',...
]);
%...3D View
mnu_3dview = uimenu(mnu_show,'Label','&3D View');
%...Mesh
mun_mesh = uimenu(mnu_3dview,'Label','&Mesh',...
'Callback',[...
'showmesh;',...
]);
%...Surface
mun_surface = uimenu(mnu_3dview,'Label','&Surface',...
'Callback',[...
'showsurf;',...
]);
%...2D View
mnu_2dview = uimenu(mnu_show,'Label','&2D View');
%...Equipotential line
mnu_epl = uimenu(mnu_2dview,'Label','&Equipotential line');
%...Contour
mnu_contour = uimenu(mnu_epl,'Label','&Contour',...
'Callback',[...
'showcontour;',...
]);
%...Fill contour
mnu_contourf = uimenu(mnu_epl,'Label','&Fill contour',...
'Callback',[...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        'showcontourf;',...
    "]);
%...Field
mnu_field = uimenu(mnu_2dview,'Label','&Field',...
    'Callback',[...
        'jjfield;',...
    "]);
%...All profile
mnu_all = uimenu(mnu_show,'Label','&All profile','Separator','on',...
    'Callback',[...
        'showall;',...
    "]);
%--View-----
mnu_view = uimenu('Label','&View');
%...Default
mnu_default = uimenu(mnu_view,'Label','&Default',...
    'Callback',[...
        'view(3);']);
%...Top
mnu_top = uimenu(mnu_view,'Label','&Top',...
    'Callback',[...
        'view(2);']);
%...X-axis
mnu_xaxis = uimenu(mnu_view,'Label','&X-axis',...
    'Callback',[...
        'view(0,0);',...
    "]);
%...Y-axis
mnu_yaxis = uimenu(mnu_view,'Label','&Y-axis',...
    'Callback',[...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        'view(90,0);]);
%.....
%...Toggle box
mnu_box = uimenu(mnu_view,'Label','Toggle &box','Separator','on',...
    'Callback',[...
        'box;]);
%...Toggle grid
mnu_grid = uimenu(mnu_view,'Label','Toggle &grid',...
    'Callback',[...
        'grid;]);
%...Axis
mnu_axis = uimenu(mnu_view,'Label','&Axis','Checked','on',...
    'Callback',[...
        'axismenu;...',
    ']);
%.....
%...Color map
mnu_color = uimenu(mnu_view,'Label','&Color map','Separator','on');
%...Default
mnu_jet = uimenu(mnu_color,'Label','&Default',...
    'Callback',[...
        'colormap jet;]);
%...Pink
mnu_pink = uimenu(mnu_color,'Label','&Pink',...
    'Callback',[...
        'colormap pink;]);
%...Hot
mnu_hot = uimenu(mnu_color,'Label','&Hot',...
    'Callback',[...
        'colormap hot;]);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%...Copper
mun_copper = uimenu(mnu_color,'Label','&Copper',...
    'Callback',[...
        'colormap copper;']);
%...Cool
mun_cool = uimenu(mnu_color,'Label','&Cool',...
    'Callback',[...
        'colormap cool;']);
%...Vga
mun_vga = uimenu(mnu_color,'Label','&Vga',...
    'Callback',[...
        'colormap vga;']);
%...Winter
mun_winter = uimenu(mnu_color,'Label','&Winter',...
    'Callback',[...
        'colormap winter;']);
%...Summer
mun_summer = uimenu(mnu_color,'Label','&Summer',...
    'Callback',[...
        'colormap summer;']);
%.....
%...Zoom
mun_zoom = uimenu(mnu_view,'Label','&Zoom','Separator','on','Checked','off',...
    'Callback',[...
        "...
        'if strcmp(get(gcbo,"Checked"),"off"),'...
        ' zoom on;','...
        ' set(gcbo,"Checked","on");'...
        'else','...
        ' zoom off;','...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    ' set(gcbo,"Checked","off");',...
    'end;']);
%...3D Rotate
mnu_rotate = uimenu(mnu_view,'Label','3D &Rotate','Checked','off',...
    'Callback',[...
        ",...
        'if strcmp(get(gcbo,"Checked"),"off");',...
        ' rotate3d on;',...
        ' set(gcbo,"Checked","on");',...
        'else;',...
        ' rotate3d off;',...
        ' set(gcbo,"Checked","off");',...
        'end;']);
%-----
%...New tick label
mnu_newtick = uimenu(mnu_view,'Label','New tick &label','Separator','on',...
    'Callback',[...
        'newtick;',...
        "]);
%---Tools-----
mnu_tool = uimenu('Label','&Tools');
%...Original Profile
mnu_normal = uimenu(mnu_tool,'Label','&Original Profile',...
    'Callback',[...
        'normalmenu;',...
        "]);
%...Read Value
mnu_read = uimenu(mnu_tool,'Label','&Read Value',...
    'Callback',[...
        'readmenu;',...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    "]);
%...Smooth
mnu_smooth = uimenu(mnu_tool,'Label','&Smooth',...
    'Callback',[...
        'smoothmenu;',...
    "]);
%...Data size
mnu_size = uimenu(mnu_tool,'Label','&Data size',...
    'Callback',[...
        'datasize;',...
    "]);
%.....
%...Min Max field
mnu_minmaxfield = uimenu(mnu_tool,'Label','&Max-Min field','Separator','on',...
    'Callback',[...
        'minmaxfield;',...
    "]);
%...Find patch
mnu_findpatch = uimenu(mnu_tool,'Label','&Find patch','Separator','on',...
    'Callback',[...
        'findpatch;',...
    "]);
%...Show patch mark
mnu_showpatchmark = uimenu(mnu_tool,'Label','&Show patch mark',...
    'Callback',[...
        'showpatchmark;',...
    "]);
%...Show element
mnu_showelement = uimenu(mnu_tool,'Label','&Show element',...
    'Callback',[...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

'showelement;',...
    "]);
%...All patch
mnu_allpatch = uimenu(mnu_tool,'Label','&All patch','Checked','on',...
    'Callback',[...
        'allpatch;',...
    "]);
%...Vector field
mnu_vectorfield = uimenu(mnu_tool,'Label','&Vector field',...
    'Callback',[...
        'vectorfield;',...
    "]);
%.....
%...Show field
mnu_showfield = uimenu(mnu_tool,'Label','&Show field','Separator','on',...
    'Callback',[...
        'showfield;',...
    "]);
%...Field color
mnu_fieldcolor = uimenu(mnu_tool,'Label','&Field color',...
    'Callback',[...
        'fieldcolor;',...
    "]);
%...Clear field
mnu_clearfield = uimenu(mnu_tool,'Label','&Clear field',...
    'Callback',[...
        'clearfield;',...
    "]);
%.....
%...Options

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mnu_option = uimenu(mnu_tool,'Label','&Options','Separator','on');
%...Additional Menu
mnu_menu = uimenu(mnu_option,'Label','&Additional Menu',...
'Callback',[...
    "...
    'if strcmp(get(gcf,"MenuBar"),"none"),',...
    ' set(gcf,"MenuBar","figure");',...
    ' set(gcbo,"Checked","on");',...
    'else,',...
    ' set(gcf,"MenuBar","none");',...
    ' set(gcbo,"Checked","off");',...
    'end;']);
%...Next plot
mnu_nextplot = uimenu(mnu_option,'Label','&Next plot');
%...New figure
mnu_newfig = uimenu(mnu_nextplot,'Label','&New figure','Checked','on',...
'Callback',[...
    'newfigmenu;',...
    "]);
%...On this figure
mnu_this = uimenu(mnu_nextplot,'Label','&On this figure','Checked','off',...
'Callback',[...
    'thismenu;',...
    "]);

%---Help?-----
mnu_help = uimenu('Label','&Help?','Separator','on');
%...About Profile
mnu_about = uimenu(mnu_help,'Label','&About Profile',...
'Callback',[...
    'aboutprofile;',...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    "]);
set(gcf,'Units','normalized');
...
function fieldcolor
mnu_showfield = findobj(gcf,'Label','&Show field');
hf = get(mnu_showfield,'UserData');
if ~isempty(hf)
    rgb = uisetcolor([0 0 0],'Field color');
    set(hf,'Color',rgb);
end
...
function [varargout]=file2z(varargin)
%...no input.....
if nargin==0
    filterspec = '*.xls';
%...there is input.....
else
    filterspec = varargin{1};
end
%...get file name and path.....
[filename,pathname] = uigetfile(filterspec,'Open File');
%...open.....
if isstr([pathname filename])
    %===filter spec
    filterspec = ['*' filename(end-3:end)];
    switch lower(filterspec)
    %...for excel.....
        case {'*.xls'}
            [a,b] = xlsread([pathname filename]);
            z = a;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        %end
%...for text.....
    case {'*.txt'}
        prompt={'Delimiter ':'};
        def={','};
        dlgTitle='Input for delimiter';
        lineNo=1;
        delimiter=inputdlg(prompt,dlgTitle,lineNo,def);
        if ~isempty(delimiter)
            z = dlmread([pathname filename],delimiter{1});
        else
            z = [];
        end
    %end
    case {'*.csv'}
        z = csvread([pathname filename]);
    %end
end
%...cancel.....
else
    z = [];
end
%...output.....
varargout{1} = z;
...
function findpatch
fig = gcf;
figure(fig);
ax = gca;
h = findobj(ax,'Type','patch');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if isempty(h)
    errmsg = 'Error in graphic : curret axes don"t have patch object.';
    uiwait(errordlg(errormsg,'Error','modal'));
    return;
else
    oldwidth = get(h,'LineWidth');
    patchindex = 1;
    save hpatch h;
    load data;
    [row,col] = size(z);
    mindata = min([row,col])*0.2;
    if length(get(h(patchindex),'XData'))>mindata
        set(h(patchindex),'LineWidth',oldwidth{patchindex}*5);
    end
    hc = colorbar;
    hk = patchadd;
    set(hk,'UserData',{fig;ax;hk;h;oldwidth;patchindex});
    txt = findobj(hk,'Tag','txt');
    pop = findobj(hk,'Tag','pop');
    cmdback = findobj(hk,'Tag','cmdback');
    cmdnext = findobj(hk,'Tag','cmdnext');
    cmdadd = findobj(hk,'Tag','cmdadd');
    cmdremove = findobj(hk,'Tag','cmdremove');
    cmdok = findobj(hk,'Tag','cmdok');
    set(txt,'String',['Patch ' num2str(patchindex) ' of ' num2str(length(h))]);
    set(hk,'DeleteFcn','closefindpatch;');
    set(pop,'CallBack','clickpop;');
    set(cmdback,'CallBack','backpatch;','ButtonDownFcn','conbackpatch;');
    set(cmdnext,'CallBack','nextpatch;','ButtonDownFcn','connextpatch;');
    set(cmdadd,'CallBack','addpatch;');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

set(cmdremove,'CallBack','removepatch;');
set(cmdok,'CallBack','savepatch,close;');
end
...
function [p1,p2]=interpoint(xi,yi,m)
xc = round(xi);
yc = round(yi);
x = xi-xc+1;
y = yi-yc+1;
if strcmp(num2str(m),'NaN')
    nx1 = x;
    nx2 = x;
    ny1 = 0;
    ny2 = 2;
    p1 = [xc-1+nx1,yc-1+ny1];
    p2 = [xc-1+nx2,yc-1+ny2];
elseif strcmp(num2str(m),'Inf')
    nx1 = x;
    nx2 = x;
    ny1 = 0;
    ny2 = 2;
    p1 = [xc-1+nx1,yc-1+ny1];
    p2 = [xc-1+nx2,yc-1+ny2];
elseif strcmp(num2str(m),'-Inf')
    nx1 = x;
    nx2 = x;
    ny1 = 0;
    ny2 = 2;
    p1 = [xc-1+nx1,yc-1+ny1];
    p2 = [xc-1+nx2,yc-1+ny2];

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else
    c = -m*x + y;
    if c < 0
        ny1 = 0;
        nx1 = -c/m;
    elseif c > 2
        ny1 = 2;
        nx1 = (2-c)/m;
    else
        ny1 = c;
        nx1 = 0;
    end
    nc = m*2 + c;
    if nc < 0
        ny2 = 0;
        nx2 = -c/m;
    elseif nc > 2
        ny2 = 2;
        nx2 = (2-c)/m;
    else
        ny2 = nc;
        nx2 = 2;
    end
    p1 = [xc-1+nx1, yc-1+ny1];
    p2 = [xc-1+nx2, yc-1+ny2];
end
...
function jjcontour(x,y,z,ndiv)
minx = min(min(x));
maxx = max(max(x));

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

miny = min(min(y));
maxy = max(max(y));
minz = min(min(z));
maxz = max(max(z));
xlim = [1 size(z,2)];
ylim = [1 size(z,1)];
contour(z,ndiv);

axis equal;
set(gca,'XLim',xlim);
set(gca,'YLim',ylim);
box on;
xlabel('x-axes');
ylabel('y-axes');
...
function jjcontourf(x,y,z,ndiv)
minx = min(min(x));
maxx = max(max(x));
miny = min(min(y));
maxy = max(max(y));
minz = min(min(z));
maxz = max(max(z));
xlim = [1 size(z,2)];
ylim = [1 size(z,1)];
contourf(z,ndiv);
axis equal;
set(gca,'XLim',xlim);
set(gca,'YLim',ylim);
ratio = get(gca,'PlotBoxAspectRatio');
ratio(3) = ratio(2);
box on;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

xlabel('x-axes');
ylabel('y-axes');
...
function dm = jjdistance(h,posx,posy)
x = 0:h:1;
y = 0:h:1;
[xx,yy] = meshgrid(x,y);
len = size(xx,1);
num = length(posx);
for i=1:1:len
    for j=1:1:len
        for p=1:1:num
            dm(i,j,p) = sqrt((posy(p)-yy(i,j))^2 + (posx(p)-xx(i,j))^2);
        end
    end
end
dm = dm;
...
function jjfield
load data;
minmaxfield;
findpatch;
waitfor(gcf);
close;
showcontour;
showfield
...
function jjmesh(x,y,z)
minx = min(min(x));
maxx = max(max(x));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

miny = min(min(y));
maxy = max(max(y));
minz = min(min(z));
maxz = max(max(z));
xlim = [1 size(z,2)];
ylim = [1 size(z,1)];
mesh(z)
shading interp
box off;
grid on;
view([-37.5 30]);
set(gca,'XLim',xlim);
set(gca,'YLim',ylim);
set(gca,'PlotBoxAspectRatio',[1 1 1])
xlabel('x-axes');
ylabel('y-axes');
...
function jjsurf(x,y,z)
minx = min(min(x));
maxx = max(max(x));
miny = min(min(y));
maxy = max(max(y));
minz = min(min(z));
maxz = max(max(z));
xlim = [1 size(z,2)];
ylim = [1 size(z,1)];
surf(z)
shading interp
box off;
grid on;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

view([-37.5 30]);
set(gca,'XLim',xlim);
set(gca,'YLim',ylim);
set(gca,'PlotBoxAspectRatio',[1 1 1])
xlabel('x-axes');
ylabel('y-axes');
...
function [varargout]=mean3d(varargin)
z = varargin{1};
[maxrow,maxcol] = size(z);
%===conner
newz(1,1) = sum([z(1,1) z(2,2) z(1,2) z(2,1)])/4;
newz(maxrow,1) = sum([z(maxrow,1) z(maxrow-1,2) z(maxrow,2) z(maxrow-1,1)])/4;
newz(1,maxcol) = sum([z(1,maxcol) z(2,maxcol-1) z(1,maxcol-1) z(2,maxcol)])/4;
newz(maxrow,maxcol) = sum([z(maxrow,maxcol) z(maxrow-1,maxcol-1) z(maxrow,maxcol-1) z
(maxrow-1,maxcol)])/4;
%===left and right
for row = 2:1:maxrow-1
    newz(row,1) = sum([z(row,1) z(row+1,1) z(row+1,2) z(row,2) z(row-1,2) z(row-1,1)])/6;
    newz(row,maxcol) = sum([z(row,maxcol) z(row-1,maxcol) z(row-1,maxcol-1) z(row,maxcol-
1) z(row+1,maxcol-1) z(row+1,maxcol)])/6;
end
%===up and down
for col = 2:1:maxcol-1
    newz(1,col) = sum([z(1,col) z(1,col-1) z(2,col-1) z(2,col) z(2,col+1) z(1,col+1)])/6;
    newz(maxrow,col) = sum([z(maxrow,col) z(maxrow,col-1) z(maxrow-1,col-1) z(maxrow-
1,col) z(maxrow-1,col+1) z(maxrow,col+1)])/6;
end
%===in
for row = 2:1:maxrow-1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for col = 2:1:maxcol-1
    newz(row,col) = sum([z(row,col) z(row-1,col-1) z(row,col-1) z(row+1,col-1) z(row+1,col) z
(row+1,col+1) z(row,col+1) z(row-1,col+1) z(row-1,col)])/9;
end
end

varargout{1} = newz;
...
function minmaxfield
t = inputdlg({'Max-Min factor is :'},'Factor',1,{0.1});
if ~isempty(t)
    t = str2double(t{1});
    if t<=0
        t = 0.1;
    end
else
    return;
end
load data;
[dx,dy] = gradient(z,1,1);
flag = showcontour;
if flag
    return;
end
hold on;
quiver(x,y,-dx,-dy);
field = sqrt(dx.^2+dy.^2);
minfield = min(min(field));
maxfield = max(max(field));
fieldrange = maxfield-minfield;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lower = minfield + fieldrange*t;
```

```
[i,j] = find(field<=lower);
```

```
plot(j,i,'*r');
```

```
up = maxfield - fieldrange*t*3;
```

```
[m,n] = find(field>=up);
```

```
plot(n,m,'ob');
```

```
...
```

```
function newfigmenu
```

```
mnu_this = findobj(gcf,'Label','&On this figure');
```

```
mnu_newfig = findobj(gcf,'Label','&New figure');
```

```
set(mnu_this,'Checked','off');
```

```
set(mnu_newfig,'Checked','on');
```

```
...
```

```
function [p1,p2]=newpoint(xi,yi)
```

```
load data;
```

```
[dx,dy] = gradient(z,1,1);
```

```
dx = -dx;
```

```
dy = -dy;
```

```
field = sqrt(dx.^2+dy.^2);
```

```
slope = dy./dx;
```

```
col = round(xi);
```

```
row = round(yi);
```

```
m = slope(row,col);
```

```
maxrow = y(end,1);
```

```
maxcol = x(1,end);
```

```
if row==1
```

```
    %===left-down
```

```
    if col==1
```

```
        %===right-down
```

```
    elseif col==maxcol
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%===down
else
end
elseif row==maxrow
%===left-up
if col==1
%===right-up
elseif col==maxcol
%===up
else
end
else
%===left
if col==1
%===right
elseif col==maxcol
%===internal
else
    [p1,p2] = interpoint(xi,yi,m);
end
end
...
function newtick
%===find axes
ax = findobj(gcf,'Type','axes');
%===scale
s = inputdlg({'Scale per div is :'},'Scale',1,{'1'});
if ~isempty(s)
    s = eval(s{1});
    if (s<=0)

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

return; %---over
elseif (s==1)
    %===set to normal tick
    for i=1:length(ax)
        oldtick(ax(i));
    end
    return;
end
else
    return; %---cancal
end
%===set to new tick
for i=1:length(ax)
    settick(ax(i),s)
end
...
function nextpatch
userdata = get(gcf,'UserData');
fig = userdata{1};
ax = userdata{2};
hk = userdata{3};
h = userdata{4};
oldwidth = userdata{5};
patchindex = userdata{6};
pop = findobj(hk,'Tag','pop');
txt = findobj(hk,'Tag','txt');
cmdback = findobj(hk,'Tag','cmdback');
cmdnext = findobj(hk,'Tag','cmdnext');
cmdadd = findobj(hk,'Tag','cmdadd');
cmdremove = findobj(hk,'Tag','cmdremove');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

cmdok = findobj(hk,'Tag','cmdok');
oldindex = patchindex;
patchindex = patchindex + 1;
if patchindex>length(h)
    patchindex = 1;
end
set(txt,'String',['Patch ' num2str(patchindex) ' of ' num2str(length(h))]);
set(hk,'UserData',{fig;ax;hk;h;oldwidth;patchindex});
if get(h(oldindex),'LineWidth')~=oldwidth{oldindex}
    set(h(oldindex),'LineWidth',oldwidth{oldindex});
end
load data;
[row,col] = size(z);
mindata = min([row,col])*0.2;
if length(get(h(patchindex),'XData'))>mindata
    set(h(patchindex),'LineWidth',oldwidth{patchindex}*5);
end
...
function normalmenu
%---true : On this
load data;
load databackup;
figure(fig);
profile4split(x,y,z);
save data curdir fig x y z;
%==Check zoom/rotate status
figure(fig);
mnu_zoom = findobj(gcf,'Label','&Zoom');
mnu_rotate = findobj(gcf,'Label','3D &Rotate');
set([mnu_zoom mnu_rotate],'Checked','off');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

...
function oldtick(varargin)
%===no arg
if nargin==0
    g = gca;
else
    g = varargin{1};
end
set(g,'XTickLabelMode','auto');
set(g,'YTickLabelMode','auto');
...
function openexcel
%...save variable
load data;
%...excel load
z = file2z;
%===check []
if ~isempty(z)
    %...make x, y
    [x,y,z] = z2xyz(z);
    %...show profile
    flag = profile4split(x,y,z);
    if ~flag
        %...save data to data.mat
        save data curdir fig x y z
        save databackup curdir fig x y z
    end
end
end
...
function opentext

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%...save variable
load data;
load databackup;
%...txt load
z = file2z(*.txt;*.csv);
%===check []
if ~isempty(z)
    %...make x, y
    [x,y,z] = z2xyz(z);
    %...show profile
    flag = profile4split(x,y,z);
    if ~flag
        %...save data to data.mat
        save data curdir fig x y z
        save databackup curdir fig x y z
    end
end
...
function openviewmenu
%--View-----
mnu_view = uimenu('Label','&Spacial');
%...Default view
mnu_default = uimenu(mnu_view,'Label','&Default view',...
    'Callback',[...
        'view(3);']);
%...Top view
mnu_top = uimenu(mnu_view,'Label','&Top view',...
    'Callback',[...
        'view(2);']);
%...X-axis

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mnu_xaxis = uimenu(mnu_view,'Label','&X-axis',...
    'Callback',[...
        'view(0,0);',...
    "]);
%...Y-axis
mnu_yaxis = uimenu(mnu_view,'Label','&Y-axis',...
    'Callback',[...
        'view(90,0);']);
%.....
%...Toggle box
mnu_box = uimenu(mnu_view,'Label','Toggle &box','Separator','on',...
    'Callback',[...
        'box;']);
%...Toggle grid
mnu_grid = uimenu(mnu_view,'Label','Toggle &grid',...
    'Callback',[...
        'grid;']);
%...Axis
mnu_axis = uimenu(mnu_view,'Label','&Axis','Checked','on',...
    'Callback',[...
        'axismenu;',...
    "]);
%.....
%...Color map
mnu_color = uimenu(mnu_view,'Label','&Color map','Separator','on');
%...Default
mun_jet = uimenu(mnu_color,'Label','&Default',...
    'Callback',[...
        'colormap jet;']);
%...Pink

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mun_pink = uimenu(mnu_color,'Label','&Pink',...
    'Callback',[...
        'colormap pink;']);
%...Hot
mun_hot = uimenu(mnu_color,'Label','&Hot',...
    'Callback',[...
        'colormap hot;']);
%...Copper
mun_copper = uimenu(mnu_color,'Label','&Copper',...
    'Callback',[...
        'colormap copper;']);
%...Cool
mun_cool = uimenu(mnu_color,'Label','&Cool',...
    'Callback',[...
        'colormap cool;']);
%...Vga
mun_vga = uimenu(mnu_color,'Label','&Vga',...
    'Callback',[...
        'colormap vga;']);
%...Winter
mun_winter = uimenu(mnu_color,'Label','&Winter',...
    'Callback',[...
        'colormap winter;']);
%...Summer
mun_summer = uimenu(mnu_color,'Label','&Summer',...
    'Callback',[...
        'colormap summer;']);
%.....
%...Zoom
mnu_zoom = uimenu(mnu_view,'Label','&Zoom','Separator','on','Checked','off',...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

'Callback',[...
    "...
    'if strcmp(get(gcbo,"Checked"),"off"),',...
    ' zoom on;',...
    ' set(gcbo,"Checked","on");',...
    'else;',...
    ' zoom off;',...
    ' set(gcbo,"Checked","off");',...
    'end;']);
%...3D Rotate
mnu_rotate = uimenu(mnu_view,'Label','3D &Rotate','Checked','off',...
    'Callback',[...
        "...
        'if strcmp(get(gcbo,"Checked"),"off"),',...
        ' rotate3d on;',...
        ' set(gcbo,"Checked","on");',...
        'else;',...
        ' rotate3d off;',...
        ' set(gcbo,"Checked","off");',...
        'end;']);
%.....
%...New tick label
mnu_newtick = uimenu(mnu_view,'Label','New tick &label','Separator','on',...
    'Callback',[...
        'newtick;',...
        "]);
%.....
%...Read Value
mnu_read = uimenu(mnu_view,'Label','&Read Value','Separator','on',...
    'Callback',[...

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

'readmenu;',...
    "]);
%.....
%...Find patch
mnu_findpatch = uimenu(mnu_view,'Label','&Find patch','Separator','on',...
    'Callback',[...
        'findpatch;',...
    "]);
%...Show patch mark
mnu_showpatchmark = uimenu(mnu_view,'Label','&Show patch mark',...
    'Callback',[...
        'Showpatchmark;',...
    "]);
%...Show element
mnu_showelement = uimenu(mnu_view,'Label','&Show element',...
    'Callback',[...
        'Showelement;',...
    "]);
%...All patch
mnu_allpatch = uimenu(mnu_view,'Label','&All patch','Checked','on',...
    'Callback',[...
        'allpatch;',...
    "]);
%...Vector field
mnu_vectorfield = uimenu(mnu_view,'Label','&Vector field',...
    'Callback',[...
        'vectorfield;',...
    "]);
%.....
%...Show field

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mnu_showfield = uimenu(mnu_view,'Label','&Show field','Separator','on',...
    'Callback',[...
        'Showfield;',...
    ]);
%...Field color
mnu_fieldcolor = uimenu(mnu_view,'Label','&Field color',...
    'Callback',[...
        'fieldcolor;',...
    ]);
%...Clear field
mnu_clearfield = uimenu(mnu_view,'Label','&Clear field',...
    'Callback',[...
        'clearfield;',...
    ]);
...
function volt=potential(q,dm)
%volt=potential(q,dm)
len = size(dm,1);
num = length(q);
k = 9e9;
for i=1:1:len
    for j=1:1:len
        volt(i,j) = 0;
        for p=1:1:num
            volt(i,j) = volt(i,j)+(k*q(p)/dm(i,j,p));
        end
    end
end
end
...
function flag=profile4split(varargin)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%===x y z input
x = varargin{1};
y = varargin{2};
z = varargin{3};
%===flag
flag = 1;
%===error ???
if isempty(z)
    errormsg = 'Error in data : data should not be empty / [].';
    uiwait(errordlg(errormsg,'Error','modal'));
    flag = 1;
    return;
end
%===figure
h_fig = gcf;
%===ndiv parameter input
ndiv = inputdlg({'Contour number is :'},'Contour!',1,[10]);
if ~isempty(ndiv)
    ndiv = str2double(ndiv{1});
    ndiv = round(ndiv);
    if ndiv<=0
        ndiv = 10;
    end
else
    flag = 1;
    return;
end
%---Enable some menu
mnu_view = findobj(gcf,'Label','&View');
mnu_tool = findobj(gcf,'Label','&Tools');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

mnu_show = findobj(gcf,'Label','&Show');
hh = [mnu_show,mnu_view,mnu_tool];
set(hh,'Enable','on');
%===define profile constant
figcolor = [1 1 1];
axiscolor = [1 1 1];
xcolor = [0 0 0];
ycolor = [0 0 0];
zcolor = [0 0 0];
textcolor = [0 0 0];
meshview = [-37.5 30];
warning off;
minx = min(min(x));
maxx = max(max(x));
miny = min(min(y));
maxy = max(max(y));
minz = min(min(z));
maxz = max(max(z));
axis3d = [1 size(x,2) 1 size(x,1) minz maxz];
axis2d = [1 size(x,2) 1 size(x,1)];
xlim = [1 size(z,2)];
ylim = [1 size(z,1)];
subplot(2,2,3);
    contourf(z,ndiv);
    splot(3) = gca;
    axis equal;
    set(gca,'XLim',xlim);
    set(gca,'YLim',ylim);
    ratio = get(gca,'PlotBoxAspectRatio');
    ratio(3) = ratio(2);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

box on;
xlabel('x-axes');
ylabel('y-axes');
subplot(2,2,1);
surf(z)
shading interp
colormap(jet)
splot(1) = gca;
box off;
grid on;
view(meshview);
set(gca,'XLim',xlim);
set(gca,'YLim',ylim);
set(gca,'PlotBoxAspectRatio',ratio)
xlabel('x-axes');
ylabel('y-axes');
subplot(2,2,2);
contour(z,ndiv);
splot(2) = gca;
axis equal;
set(gca,'XLim',xlim);
set(gca,'YLim',ylim);
box on;
xlabel('x-axes');
ylabel('y-axes');
subplot(2,2,4);
surf(z)
shading interp
colormap(jet)
splot(4) = gca;

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

box on;
view(0,0);
set(gca,'XLim',xlim);
set(gca,'YLim',ylim);
set(gca,'PlotBoxAspectRatio',ratio)
xlabel('x-axes');
ylabel('y-axes');

%===flag
flag = 0;
...
function readmenu(varargin)
load data;
datax = x;
datay = y;
dataz = z;
minx = min(min(datax));
maxx = max(max(datax));
miny = min(min(datay));
maxy = max(max(datay));
minz = min(min(dataz));
maxz = max(max(dataz));
idata = 1:64;
idata = (idata*idata)/64;
button=1;
while button==1
figure(gcf);
[xx,yy,button] = ginput(1);
if button==1
ix = round(xx);
iy = round(yy);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

strx = num2str(ix);
stry = num2str(iy);
if ((ix(1)<=size(dataz,2)) & (iy(1)<=size(dataz,1)))
    strz = num2str(dataz(iy(1),ix(1)));
else
    strz = 'None';
end
str = ['(x,y) : (' strx ', ' stry ')'];
hmsg=showvalue;
txtxy = findobj(hmsg,'Tag','txtxy');
txtz = findobj(hmsg,'Tag','txtz');
set(txtxy,'String',str);
set(txtz,'String',strz);
waitfor(hmsg);
end
end
...
function removepatch
userdata = get(gcf,'UserData');
fig = userdata{1};
ax = userdata{2};
hk = userdata{3};
h = userdata{4};
oldwidth = userdata{5};
patchindex = userdata{6};
pop = findobj(hk,'Tag','pop');
txt = findobj(hk,'Tag','txt');
cmdback = findobj(hk,'Tag','cmdback');
cmdnext = findobj(hk,'Tag','cmdnext');
cmdadd = findobj(hk,'Tag','cmdadd');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

cmdremove = findobj(hk,'Tag','cmdremove');
cmdok = findobj(hk,'Tag','cmdok');
popindex = get(pop,'Value');
popstr = get(pop,'String');
popdata = get(pop,'UserData');
if strcmp(popstr(1),'N')
    return;
end
popstr(popindex) = [];
popdata(popindex) = [];
if isempty(popstr)
    popstr = 'None';
end
set(pop,'Value',1);
set(pop,'String',popstr);
set(pop,'UserData',popdata);
...
function replot
fig = gcf;
data = get(findobj(fig,'Label','&Add charge.'),'UserData');
pdata = get(findobj(fig,'Label','&Done.'),'UserData');
vdata = get(findobj(fig,'Label','&View'),'UserData');
q = data.q;
posx = data.pos.x;
posy = data.pos.y;
h = pdata.h;
xx = pdata.xx;
yy = pdata.yy;
volt = pdata.volt;
cla;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

hold on;

vec = get(findobj(fig,'Label','&Vector'),'UserData');

acoss = vec.acoss;

s = vec.s;

if acoss<20

    newvolt = volt([1:acoss:end],[1:acoss:end]);

    [nxx,nyy] = meshgrid([0:h*acoss:1],[0:h*acoss:1]);

    [u,v] = gradient(newvolt,h*acoss,h*acoss);

    u = -1*u;

    v = -1*v;

    [u,v] = jjnormalvector(nxx,nyy,u,v,0.01);

    len = sqrt(u.^2 + v.^2);

    quiver(nxx,nyy,u,v,s);

end

con = get(findobj(fig,'Label','&Contour'),'UserData');

contour(xx,yy,volt,con);

colorbar;

plot(posx,posy,'k');

for p=1:1:length(q)

    htx=text(posx(p)+0.01,posy(p)+0.01,[num2str(q(p)),'C']);

    set(htx,'Color',[0 0 0],'FontWeight','bold');

end

if vdata.m.p==1

    if vdata.m.fig==0

        vdata.m.fig = figure;

    else

        figure(vdata.m.fig);

    end

    hold off;

    mesh(xx,yy,volt);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end
if vdata.s.p==1
    if vdata.s.fig==0
        vdata.s.fig = figure;
    else
        figure(vdata.s.fig);
    end
    hold off;
    surf(xx,yy,volt);
end
set(findobj(fig,'Label','&View'),'UserData',vdata);
...
function runesp(varargin)
%===cancel OpenGL
opengl neverselect;
%===check input
if nargin==0
    %---true
    espfig;
    espdemo;
    welcome;
    %---back up
    curdir = cd;
    fig =(gcf);
    save data curdir fig;
    save databackup curdir fig;
    %---disable some menu
    mnu_view = findobj(gcf,'Label','&View');
    mnu_tool = findobj(gcf,'Label','&Tools');
    mnu_show = findobj(gcf,'Label','&Show');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

hh = [mnu_show,mnu_view,mnu_tool];
set(hh,'Enable','off');
else
%---false
switch nargin
case 1 %...runesp(z)
    z = varargin{1};
    [x,y,z]=z2xyz(z);
case 3 %...runesp(x,y,z)
    x = varargin{1};
    y = varargin{2};
    z = varargin{3};
otherwise %...error ???
    errormsg = 'Error in argement : it should be (z) or (x,y,z).!';
    uiwait(errordlg(errormsg,'Error','modal'));
    return;
end
%---show time
espfig;
flag = profile4split(x,y,z);
%---back up
curdir = cd;
fig =(gcf);
save data curdir fig x y z;
save databackup curdir fig x y z;
if flag
%---disable some menu
mnu_view = findobj(gcf,'Label','&View');
mnu_tool = findobj(gcf,'Label','&Tools');
mnu_show = findobj(gcf,'Label','&Show');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

% mnu_normal = findobj(gcf,'Label','&Original Profile');
% mnu_read = findobj(gcf,'Label','&Read Value');
% mnu_smooth = findobj(gcf,'Label','&Smooth');
% mnu_size = findobj(gcf,'Label','&Data size');
% mnu_minmaxfield = findobj(gcf,'Label','&Max-Min field');
% hh = [mnu_view mnu_normal mnu_read mnu_show mnu_smooth mnu_size
mnu_minmaxfield];

hh = [mnu_show,mnu_view,mnu_tool];
set(hh,'Enable','off');

end
end
...
function savepatch
userdata = get(gcf,'UserData');
fig = userdata{1};
ax = userdata{2};
hk = userdata{3};
h = userdata{4};
oldwidth = userdata{5};
patchindex = userdata{6};
pop = findobj(hk,'Tag','pop');
popdata = get(pop,'UserData');
xdata = get(h(popdata),'XData');
ydata = get(h(popdata),'YData');
save hpatch h xdata ydata;
...
function varargout = setmotor(varargin)
% -----
function varargout = ver_CreateFcn(h, eventdata, handles, varargin)
set(h,'Value',1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

set(h,'UserData',get(h,'Value'));
% -----
function varargout = ver_Callback(h, eventdata, handles, varargin)
old = get(h,'UserData');
new = get(h,'Value');
if (new-old)==0
    set(handles.txt,'String','STOP');
elseif (new-old)>0
    pos = get(handles.txt,'Position');
    pos(2) = pos(2) + 0.02;
    set(handles.txt,'String','UP','Position',pos);
    pos = get(handles.hor,'Position');
    pos(2) = pos(2) + 0.02;
    set(handles.hor,'Position',pos);
    s = serial(popupstr(handles.pop));
    fopen(s);
    fprintf(s,'u');
    fclose(s);
    delete(s);
    clear s;
else
    pos = get(handles.txt,'Position');
    pos(2) = pos(2) - 0.02;
    set(handles.txt,'String','DOWN','Position',pos);
    pos = get(handles.hor,'Position');
    pos(2) = pos(2) - 0.02;
    set(handles.hor,'Position',pos);
    s = serial(popupstr(handles.pop));
    fopen(s);
    fprintf(s,'d');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

fclose(s);
delete(s);
clear s;
end
set(h,'UserData',new);
% -----
function varargout = hor_CreateFcn(h, eventdata, handles, varargin)
set(h,'Value',0);
set(h,'UserData',get(h,'Value'));
% -----
function varargout = hor_Callback(h, eventdata, handles, varargin)
old = get(h,'UserData');
new = get(h,'Value');
if (new-old)==0
    set(handles.txt,'String','STOP');
elseif (new-old)>0
    pos = get(handles.txt,'Position');
    pos(1) = pos(1) + 0.06;
    set(handles.txt,'String','RIGHT','Position',pos);
    s = serial(popupstr(handles.pop));
    fopen(s);
    fprintf(s,'r');
    fclose(s);
    delete(s);
    clear s;
else
    pos = get(handles.txt,'Position');
    pos(1) = pos(1) - 0.06;
    set(handles.txt,'String','LEFT','Position',pos);
    s = serial(popupstr(handles.pop));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

fopen(s);
fprintf(s,'l');
fclose(s);
delete(s);
clear s;
end
set(h,'UserData',new);
% -----
function varargout = cmdcenter_Callback(h, eventdata, handles, varargin)
set(handles.ver,'Value',0.5,'UserData',0.5);
set(handles.hor,'Value',0.5,'UserData',0.5,'Position',[24.1666666666667 11.9175 67 1.9375]);
set(handles.txt,'String','STOP','Position',[52.6666666666667 10.3 33.1666666666667 2]);
% -----
function varargout = cmdreset_Callback(h, eventdata, handles, varargin)
set(handles.ver,'Value',1,'UserData',1);
set(handles.hor,'Value',0,'UserData',0,'Position',[24.1666666666667 21.9175 67 1.9375]);
set(handles.txt,'String','STOP','Position',get(handles.txt,'UserData'));
% -----
function varargout = pop_Callback(h, eventdata, handles, varargin)
% -----
function varargout = txt_CreateFcn(h, eventdata, handles, varargin)
set(h,'String','Stop');
pos = get(h,'Position');
set(h,'String','Stop','UserData',pos);
% -----
function varargout = figure1_CreateFcn(h, eventdata, handles, varargin)
% -----
function varargout = figure1_DeleteFcn(h, eventdata, handles, varargin)
% -----
function varargout = pop_CreateFcn(h, eventdata, handles, varargin)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

...
function settick(varargin)
%===no arg
if nargin==0
    g = gca;
    %===scale
    s = inputdlg({'Scale per div is :'},'Scale',1,{ '1'});
    if ~isempty(s)
        s = eval(s{1});
        if (s<=0)
            return; %---over
        end
    else
        return; %---cancel
    end
else
    g = varargin{1};
    s = varargin{2};
end
%===load
load data;
%===get data
xtick = get(g,'XTick');
ytick = get(g,'YTick');
%===general new tick
jxtick = xtick*s*100;
jytick = ytick*s*100;
jxtick = round(jxtick);
jytick = round(jytick);
jxtick = jxtick/100;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

jytick = jytick/100;
%===new tick label
%format = ['%0.' 'g']
xticklabel = num2str(jxtick);
yticklabel = num2str(jytick);
%===new tick
jjxtick = str2num(xticklabel)/s;
jjytick = str2num(yticklabel)/s;
%===set tick label
set(g,'XTick',jjxtick);
set(g,'YTick',jjytick);
set(g,'XTickLabel',xticklabel);
set(g,'YTickLabel',yticklabel);
...
function show4split
%===find some object
mnu_newfig = findobj(gcf,'Label','&New figure');
if strcmp(get(mnu_newfig,'Checked'),'off')
    %---true : On this
    load data;
    profile4split(x,y,z);
    %===Check zoom/rotate status
    figure(fig);
    mnu_zoom = findobj(gcf,'Label','&Zoom');
    mnu_rotate = findobj(gcf,'Label','3D &Rotate');
    set([mnu_zoom mnu_rotate],'Checked','off');
else
    %---false : New
    figure('Name','4 Split plot','NumberTitle','off');
    load data;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

profile4split(x,y,z);
openviewmenu;
end
...
function showall
%===find some object
mnu_newfig = findobj(gcf,'Label','&New figure');
%===get check status
old = get(mnu_newfig,'Checked');
%===set check off
set(mnu_newfig,'Checked','on');
showsurf;
showcontour;
showcontourf;
%===set check
set(mnu_newfig,'Checked',old);
...
function flag=showcontour
flag = 1;
%===ndiv parameter input
ndiv = inputdlg({'Contour number is:','Contour.',1,'10'});
if ~isempty(ndiv)
    ndiv = str2double(ndiv{1});
    ndiv = round(ndiv);
    if ndiv<=0
        ndiv = 10;
    end
else
    return;
end
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%===find som object
mnu_newfig = findobj(gcf,'Label','&New figure');
if strcmp(get(mnu_newfig,'Checked'),'off')
    %---true : On this
    load data;
    subplot(1,1,1)
    jjcontour(x,y,z,ndiv);
    %===Check zoom/rotate status
    figure(fig);
    mnu_zoom = findobj(gcf,'Label','&Zoom');
    mnu_rotate = findobj(gcf,'Label','3D &Rotate');
    set([mnu_zoom mnu_rotate],'Checked','off');
else
    %---false : New
    figure('Name','Contour','NumberTitle','off');
    load data;
    jjcontour(x,y,z,ndiv);
    openviewmenu;
end
flag = 0;
...
function showcontourf
%===ndiv parameter input
ndiv = inputdlg({'Contour number is :'},'Contour.',1,{'10'});
if ~isempty(ndiv)
    ndiv = str2double(ndiv{1});
    ndiv = round(ndiv);
    if ndiv<=0
        ndiv = 10;
    end
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else
    return;
end
%===find som object
mnu_newfig = findobj(gcf,'Label','&New figure');
if strcmp(get(mnu_newfig,'Checked'),'off')
    %---true : On this
    load data;
    subplot(1,1,1)
    jjcontourf(x,y,z,ndiv);
    %===Check zoom/rotate status
    figure(fig);
    mnu_zoom = findobj(gcf,'Label','&Zoom');
    mnu_rotate = findobj(gcf,'Label','3D &Rotate');
    set([mnu_zoom mnu_rotate],'Checked','off');
else
    %---false : New
    figure('Name','Fill Contour','NumberTitle','off');
    load data;
    jjcontourf(x,y,z,ndiv);
    openviewmenu;
end
...
function showelement
mnu_showelement = findobj(gcf,'Label','&Show element');
if strcmp(get(mnu_showelement,'Checked'),'off')
    load data;
    [hx,hy] = drawgrid(x,y);
    set([hx,hy],'LineStyle',':','Color',[.5 .5 .5]);
    set(mnu_showelement,'UserData',{hx;hy});

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

set(mnu_showelement,'Checked','on');
else
userdata = get(mnu_showelement,'UserData');
hx = userdata{1};
hy = userdata{2};
delete(hx);
delete(hy);
set(mnu_showelement,'UserData',{hx;hy});
set(mnu_showelement,'Checked','off');
end
...
function showfield
mnu_showfield = findobj(gcf,'Label','&Show field');
if strcmp(get(mnu_showfield,'Checked'),'off')
hf = get(mnu_showfield,'UserData');
if ~isempty(hf)
set(hf,'Visible','on');
set(mnu_showfield,'Checked','on');
return;
end
nl = inputdlg({'Number of line is :'},'Number line',1,{10});
if ~isempty(nl)
nl = str2double(nl{1});
if nl<=0
nl = 10;
end
else
return;
end
nl = nl+1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

f = inputdlg({'Line format is :'},'Line format',1,{'-'});
if ~isempty(f)
    f = f{1};
    %if f<=0
    % f = 10;
    %end
else
    return;
end
load data;
load hpatch;
[dx,dy] = gradient(z,1,1);
dx = -dx;
dy = -dy;
field = sqrt(dx.^2+dy.^2);
minfield = min(min(field));
maxfield = max(max(field));
fieldrange = maxfield-minfield;
if ~iscell(xdata)
    xdata = {xdata};
    ydata = {ydata};
end
hold on;
for i=1:length(xdata)
    xelement{i} = round(xdata{i});
    yelement{i} = round(ydata{i});
    %hf(i) = plot(xelement{i},yelement{i},'-dm');
end
for p=1:length(xelement)
    for i=1:length(xelement{p})-1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

zelement{p}(i) = z(yelement{p}(i),xelement{p}(i));
end
zav(p) = sum(zelement{p})/length(zelement{p});
end
[maxrow,maxcol] = size(z);
fig =(gcf);
%=====
for p=1:length(xdata)
bar = waitbar(0,'Please wait...');
for i=1:round(length(xdata{p})/nl):length(xdata{p})
newxdata = xdata{p}(i);
newydata = ydata{p}(i);
stopflag = 0;
k = 1;
while ~stopflag
if (newxdata(k)<=2 | newxdata(k)>=maxcol-1)
stopflag = 1;
elseif (newydata(k)<=2 | newydata(k)>=maxrow-1)
stopflag = 1;
elseif (strcmp(num2str(newxdata(k)), 'NaN')|strcmp(num2str(newydata(k)), 'NaN'))
stopflag = 1;
else
[p1,p2] = newpoint(newxdata(k),newydata(k));
z1 = z(round(p1(2)),round(p1(1)));
z2 = z(round(p2(2)),round(p2(1)));
if z1>z2
p1(1) = newxdata(k);
p1(2) = newydata(k);
newxdata(k+1) = p2(1);
newydata(k+1) = p2(2);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if z1<=min(zav)
    stopflag = 1;
end
else
    p2(1) = newxdata(k);
    p2(2) = newydata(k);
    newxdata(k+1) = p1(1);
    newydata(k+1) = p1(2);
    if z2<=min(zav)
        stopflag = 1;
    end
end
if k>5
    if round(newxdata(k-5))==round(newxdata(k))
        if round(newydata(k-5))==round(newydata(k))
            stopflag = 1;
        end
    end
end
if k>maxrow
    stopflag = 1;
elseif k>maxcol
    stopflag = 1;
end
if ~stopflag
    figure(fig);
    hf(end+1) = plot([p1(1),p2(1)],[p1(2),p2(2)],f);
    set(hf(end),'LineWidth',2);
end
k = k+1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        end %over limit

    end %stopflag

    figure(bar)

    waitbar(i/length(xdata{p}),bar);

    end %i

    close(bar);

end %p

%=====

set(mnu_showfield,'UserData',hf);

set(mnu_showfield,'Checked','on');

else

    hf = get(mnu_showfield,'UserData');

    set(hf,'Visible','off');

    set(mnu_showfield,'Checked','off');

end

figure(gcf);

...

function showmesh

%===find som object

mnu_newfig = findobj(gcf,'Label','&New figure');

if strcmp(get(mnu_newfig,'Checked'),'off')

    %---true : On this

    load data;

    subplot(1,1,1)

    jjmesh(x,y,z);

    ratio(1) = (size(x,2)-1)/2;

    ratio(2) = (size(x,1)-1)/2;

    ratio(3) = ratio(2);

    set(gca,'PlotBoxAspectRatio',ratio);

    %===Check zoom/rotate status

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

figure(fig);
mnu_zoom = findobj(gcf,'Label','&Zoom');
mnu_rotate = findobj(gcf,'Label','3D &Rotate');
set([mnu_zoom mnu_rotate],'Checked','off');
else
    %---false : New
    figure('Name','Mesh','NumberTitle','off');
    load data;
    jjmesh(x,y,z);
    ratio(1) = (size(x,2)-1)/2;
    ratio(2) = (size(x,1)-1)/2;
    ratio(3) = ratio(2);
    set(gca,'PlotBoxAspectRatio',ratio);
    openviewmenu;
end
...
function showpatchmark
mnu_showpatchmark = findobj(gcf,'Label','&Show patch mark');
if strcmp(get(mnu_showpatchmark,'Checked'),'off')
    load hpatch;
    hold on;
    if iscell(xdata)
        for i=1:length(xdata)
            hp(i) = plot(xdata{i},ydata{i},'.k');
        end
    else
        hp = plot(xdata,ydata,'.k');
    end
    set(mnu_showpatchmark,'UserData',hp);
    set(mnu_showpatchmark,'Checked','on');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else
    hp = get(mnu_showpatchmark,'UserData');
    delete(hp);
    set(mnu_showpatchmark,'Checked','off');
end
figure(gcf);
...
function showsurf
%===find som object
mnu_newfig = findobj(gcf,'Label','&New figure');
if strcmp(get(mnu_newfig,'Checked'),'off')
    %---true : On this
    load data;
    subplot(1,1,1)
    jjsurf(x,y,z);
    ratio(1) = (size(x,2)-1)/2;
    ratio(2) = (size(x,1)-1)/2;
    ratio(3) = ratio(2);
    set(gca,'PlotBoxAspectRatio',ratio);
    %===Check zoom/rotate status
    figure(fig);
    mnu_zoom = findobj(gcf,'Label','&Zoom');
    mnu_rotate = findobj(gcf,'Label','3D &Rotate');
    set([mnu_zoom mnu_rotate],'Checked','off');
else
    %---false : New
    figure('Name','Surface','NumberTitle','off');
    load data;
    jjsurf(x,y,z);
    ratio(1) = (size(x,2)-1)/2;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ratio(2) = (size(x,1)-1)/2;
ratio(3) = ratio(2);
set(gca,'PlotBoxAspectRatio',ratio);
openviewmenu;
end
...
function smoothmenu
%===load
load data;
%===disable some object
mnu_newfig = findobj(gcf,'Label','&New figure');
en = 0;
if strcmp(get(mnu_newfig,'Checked'),'on')
    en = 1;
    set(mnu_newfig,'Checked','off');
end
%===loop
con = 1;
while con
    data = z;
    prompt={'Number meaning data :'};
    def={'1'};
    dlgTitle='Smooth';
    lineNo=1;
    answer=inputdlg(prompt,dlgTitle,lineNo,def);
    if isempty(answer)
        if en
            %===enable some object
            set(mnu_newfig,'Checked','on');
        end
    end
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

return;
end
s = str2double(answer{1});
nmean = s;
if nmean
    newz = data;
    h = waitbar(0,'Please wait...');
    for i = 1:1:nmean
        newz = mean3d(newz);
        waitbar(i/nmean,h)
    end
    close(h)
else
    newz = data;
end
data1 = newz;
xi = x;
yi = y;
z = data1;
%---show
save data curdir fig x y z;
show4split;
%---continue
prompt={'Are you smooth data ?'};
dlgTitle='Continue.';
answer=questdlg(prompt,dlgTitle,'Yes','No','Yes');
if strcmp(answer,'Yes')
    con = 1;
else
    con = 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

end
end
if en
    %===enable some object
    set(mnu_newfig,'Checked','on');
end
%===Check zoom/rotate status
figure(fig);
mnu_zoom = findobj(gcf,'Label','&Zoom');
mnu_rotate = findobj(gcf,'Label','3D &Rotate');
set([mnu_zoom mnu_rotate],'Checked','off');
...
function thismenu
mnu_this = findobj(gcf,'Label','&On this figure');
mnu_newfig = findobj(gcf,'Label','&New figure');
set(mnu_this,'Checked','on');
set(mnu_newfig,'Checked','off');
...
function vectorfield
mnu_vectorfield = findobj(gcf,'Label','&Vector field');
if strcmp(get(mnu_vectorfield,'Checked'),'off')
    load data;
    [dx,dy] = gradient(z,1,1);
    hold on;
    hv = quiver(x,y,-dx,-dy);
    set(mnu_vectorfield,'UserData',hv);
    set(mnu_vectorfield,'Checked','on');
else
    hv = get(mnu_vectorfield,'UserData');
    delete(hv);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

set(mnu_vectorfield,'UserData',[]);
set(mnu_vectorfield,'Checked','off');
end
...
function welcome
%...cancel OpenGL
opengl neverselect;
%...create text about profile
welcome_text = {...
    ' Welcome to ElectroStatic Profile',...
    '     ',...
    'The computer profile using MATLAB',...
    '     '};
%...show about profile
idata = 1:64;
idata = (idata*idata)/64;
hmsg = msgbox(welcome_text,'Welcome-','custom',idata,bone(24));
waitfor(hmsg);
...
function [varargout]=z2xyz(varargin)
%===z input
z = varargin{1};
%===not empty
if ~isempty(z)
    linx = [1:size(z,2)];
    liny = [1:size(z,1)];
    [x,y] = meshgrid(linx,liny);
    varargout{1} = x;
    varargout{2} = y;
    varargout{3} = z;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%===empty
else
    varargout{1} = [];
    varargout{2} = [];
    varargout{3} = [];
end
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำโครงการพิเศษ

นายสมพบ แซ่เจี๋ย เกิดเมื่อวันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2523 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนวัดโพธาราม(จืดน้อย) อนุบาลามิตรภาพที่ 62) อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา จบการศึกษาระดับมัธยมตอนต้นจากโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ 2 อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา และจบการศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา เมื่อปีการศึกษา 2540 และในปีการศึกษา 2541 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี ที่ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2545



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้