บทที่ 6

การทดสอบแบบจำลองระดับความสูง

แบบจำลองระดับความสูง เป็นหนึ่งในแบบจำลองย่อยทั้งหมดของแบบจำลองน้ำท่วม ซึ่งแบบจำลองระดับความสูงเป็นแบบจำลองเพื่อทำการคำนวณค่าความสูงของจุดใดๆภายในพื้นที่ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่ที่พิจารณา ซึ่งโดยทั่วไป เมื่อพิจารณาความสูงของพื้นที่ไม่สามารถทราบค่าความสูงทุกๆจุดที่พิจารณาได้ แต่อย่างไรก็ตามยังสามารถหาข้อมูลความสูงในบางจุดของพื้นที่ได้ เช่น ข้อมูลความสูงจากแผนที่ ข้อมูลความสูงจากภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น ดังนั้น จึงนำแบบจำลองระดับความสูงมาคำนวณค่าความสูงที่จุดใดๆภายในพื้นที่โดยใช้ข้อมูลความสูงที่สามารถหาได้จากแผนที่ ซึ่งจุดประสงค์ของการทดสอบแบบจำลองนี้เพื่อการศึกษาความถูกต้องของการประมาณค่าความสูงที่จุดใดๆในพื้นที่ที่พิจารณา โดยใช้ข้อมูลของเส้นความสูงต่างๆที่สร้างขึ้นเป็นข้อมูลเริ่มต้น ซึ่งมีความละเอียดของข้อมูลที่แตกต่างกัน

6.1 ขั้นตอนการทดสอบ

ขั้นตอนการทดสอบ จะเริ่มด้วยการสร้างข้อมูลเริ่มต้น ซึ่งจะทำการคำนวณค่าฟังก์ชันความสูงที่สร้างขึ้น โดยการเลือกจุดพิกัด (x,y) เพื่อนำไปแทนในฟังก์ชัน และลักษณะการเลือกจุดพิกัด (x,y) จะกำหนดให้มีระยะห่างตามแกน x และ y ซึ่งมีขนาดแตกต่างกัน ดังนั้น ค่าฟังก์ชันความสูงที่คำนวณได้จะมีหลายค่าขึ้นอยู่กับจำนวนจุดพิกัดที่ถูกเลือกมา ซึ่งจะเห็นได้ว่า การกำหนดข้อมูลเริ่มต้น เพื่อใช้ในการคำนวณของแบบจำลอง สามารถทำได้โดยการกำหนดจำนวนของจุดพิกัดที่ถูกเลือก และเมื่อสามารถสร้างข้อมูลเริ่มต้นให้มีลักษณะที่แตกต่างกันได้ จึงนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าความสูงในแบบจำลองระดับความสูง เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความสูง และสามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนได้

6.1.1 การสร้างฟังก์ชันความสูง

ข้อมูลความสูงที่จุดใดๆภายในพื้นที่ที่พิจารณา จะถูกสร้างขึ้นจากฟังก์ชันความสูง h(x,y) โดยกำหนดให้ฟังก์ชันความสูง h(x,y) เป็นฟังก์ชันของเกาส์เซียน ซึ่งมีรูปแบบทั่วไปดังต่อไปนี้

$$h(x,y) = (1-A) \times e^{-\left((x+1)^2+y^2\right)} + (1+A) \times e^{-\left((x+1)^2+y^2\right)} \qquad (6\text{-}1)$$

โดยกำหนดให้ตัวแปร A มีค่าเท่ากับ 0.25

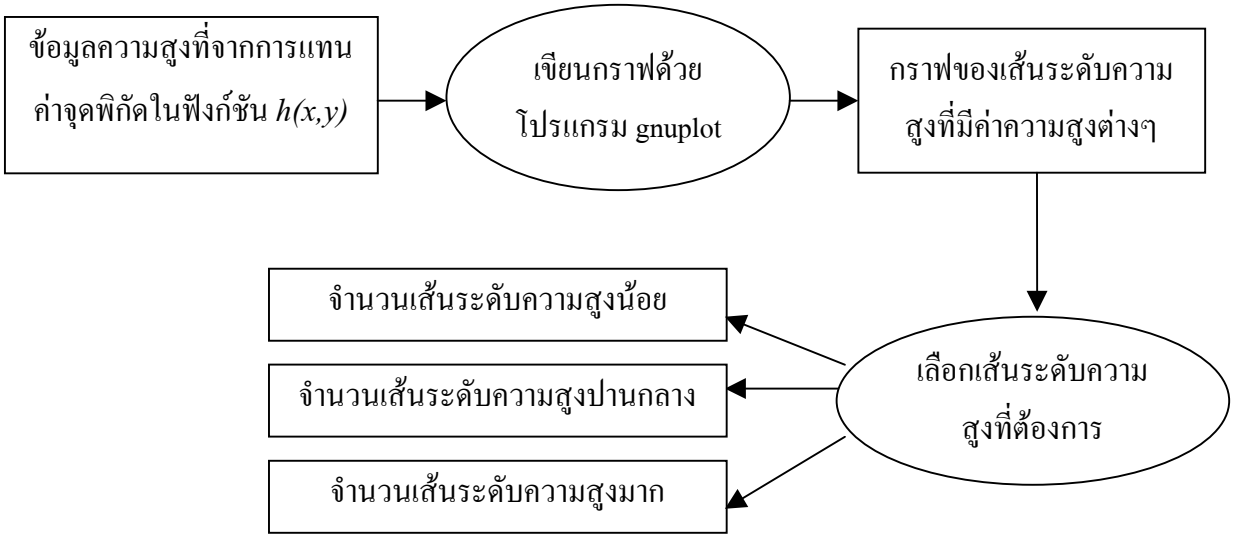
6.1.2 การคำนวณค่าฟังก์ชันความสูง h(x,y)

การคำนวณค่าฟังก์ชันความสูง h(x,y) สามารถทำได้โดยการกำหนดจุดพิกัดของ (x,y) และแทนค่าลงในสมการ(6-1) และเมื่อต้องการข้อมูลความสูงที่มีความละเอียดที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงได้กำหนดให้ค่า x อยู่ในช่วง [-3,3] และค่า y อยู่ในช่วง [-2,2] โดยกำหนดให้ระยะห่างของจุดพิกัดบนแกน x และ y มีค่าที่แตกต่างกัน 3 ค่า คือ 0.1 0.2 และ 0.5

6.1.3 การกำหนดเส้นระดับความสูง

ทำการกำหนดเส้นระดับความสูงจากค่าความสูงที่คำนวณได้ในฟังก์ชัน h(x,y) โดยการใช้โปรแกรม gnuplot (gnuplot เป็นโปรแกรมที่สามารถเขียนกราฟในรูปแบบต่างๆบนระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ Linux) แสดงความสูงที่จุดต่างๆ ในรูปแบบกราฟความสูงแบบสามมิติ และคำนวณหาจุดพิกัดที่มีค่าความสูงเดียวกัน เพื่อสามารถนำไปเขียนกราฟ (plot) เป็นเส้นระดับความสูงได้

ขั้นตอนในการสร้างเส้นระดับความสูง สามารถแสดงได้ด้วยภาพประกอบ 6-1 ดังนี้



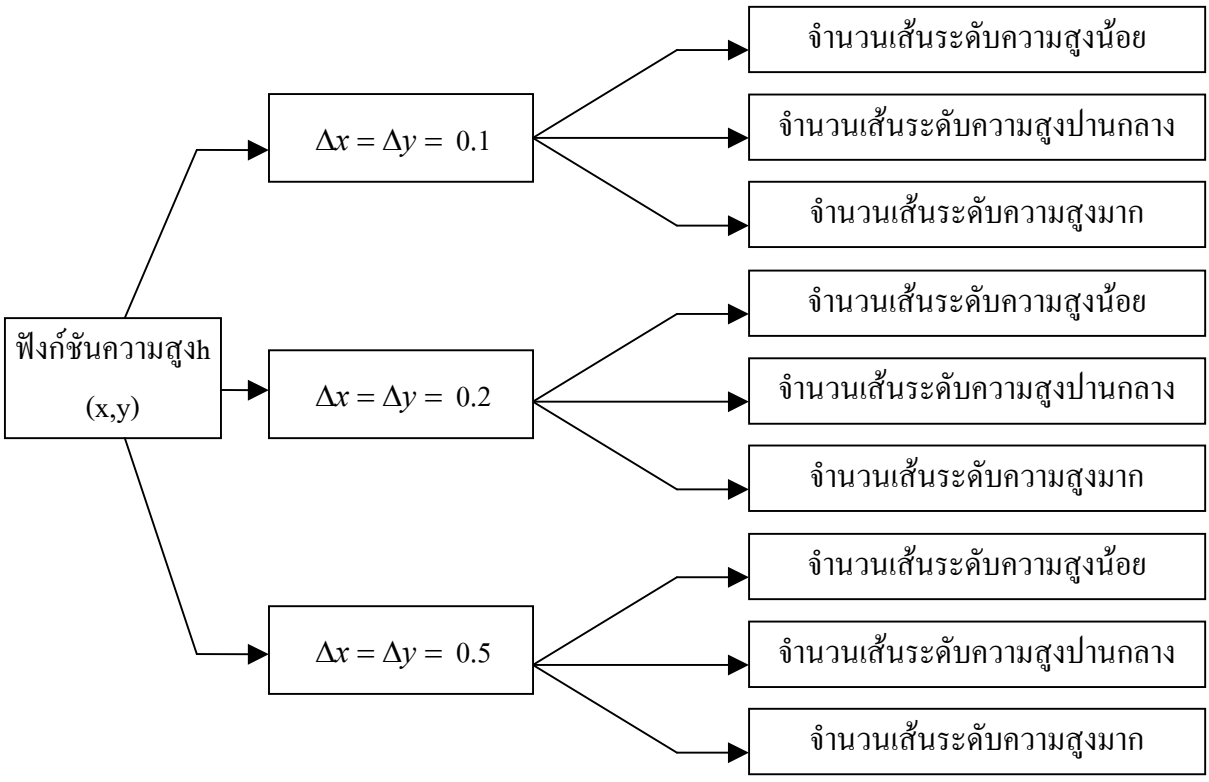
ภาพประกอบ 6-1 แสดงขั้นตอนการสร้างเส้นระดับความสูง

ในภาพประกอบ 6-1 แสดงขั้นตอนการสร้างเส้นระดับความสูง โดยเริ่มจากการนำค่าความสูงของจุดต่างๆที่ได้จากหัวข้อ 6.1.2 มาเขียนกราฟด้วยโปรแกรม gnuplot ซึ่งจะได้เส้นระดับความสูงที่มีค่าความสูงต่างๆ หลังจากนั้น จึงทำการเลือกเส้นระดับความสูงบางเส้น เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นของแบบจำลองเส้นระดับความสูง

การสร้างข้อมูลเริ่มต้นจากเส้นระดับความสูงสามารถสร้างได้หลายลักษณะ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนของเส้นระดับความสูง ดังนั้น ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมาก จะเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดมากเช่นเดียวกัน ซึ่งในการทดสอบแบบจำลองระดับความสูง จึงได้กำหนดข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงที่แตกต่างกันโดยแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย
2. ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงปานกลาง
3. ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมาก

จากภาพประกอบ 6-1 จะเห็นได้ว่า ข้อมูลความสูงในหัวข้อ 6.1.2 ซึ่งนำมาคำนวณเส้นระดับความสูงเป็นข้อมูลที่แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ(ขึ้นอยู่กับระยะห่างของจุดพิกัด) ดังนั้น ลักษณะของเส้นระดับความสูงในแต่ละขนาดของระยะห่างของจุดพิกัด จึงมีความแตกต่างกัน และสามารถสร้างเป็นข้อมูลเริ่มต้นแบ่งออกเป็น 9 ลักษณะดังภาพประกอบ 6-2

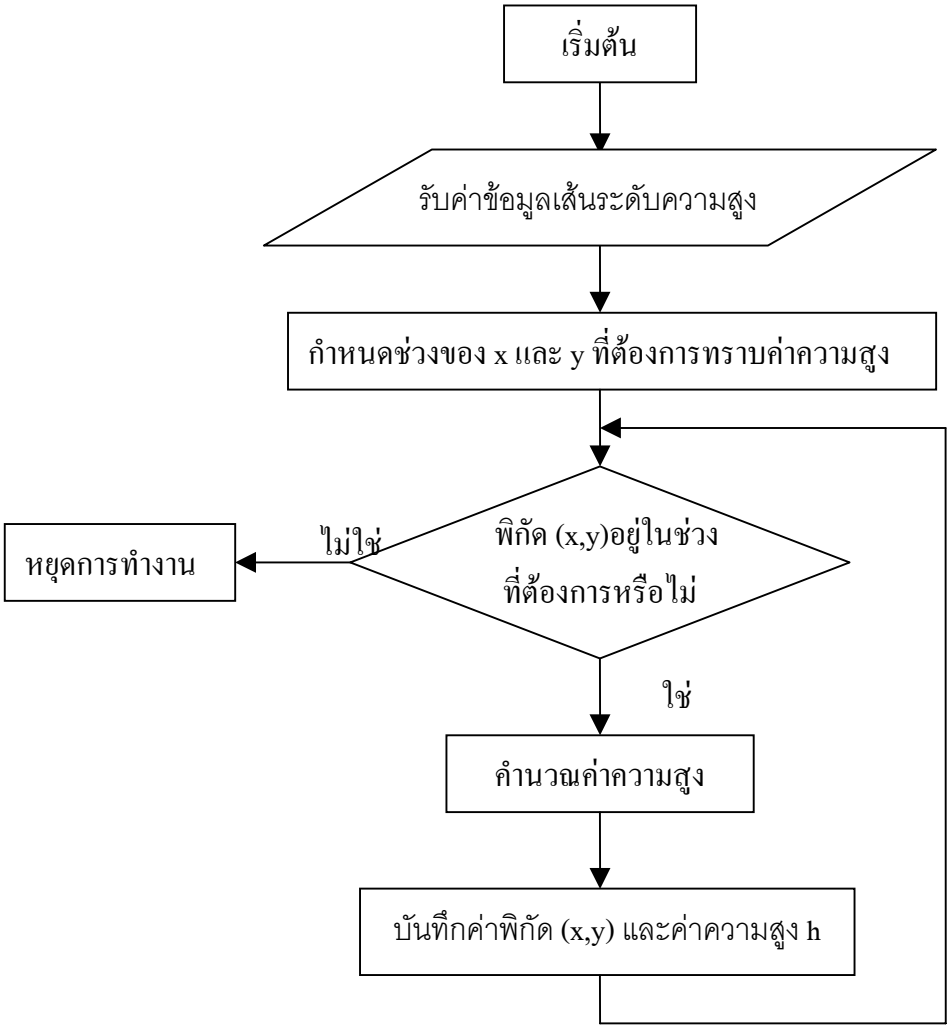


ภาพประกอบ 6-2 แสดงลักษณะข้อมูลเริ่มต้น

6.1.4 การประมาณค่าความสูงโดยใช้แบบจำลองระดับความสูง

ทำการประมาณค่าความสูงของจุดต่างๆภายในพื้นที่ที่พิจารณา โดยใช้ข้อมูลของเส้นระดับความสูงทั้ง 9 ลักษณะ(จากภาพประกอบ 6-2)เป็นข้อมูลเริ่มต้น

การคำนวณค่าระดับความสูงภายในแบบจำลองเส้นระดับความสูง สามารถแสดงขั้นตอนการคำนวณได้ตามภาพประกอบ 6-3



ภาพประกอบ 6-3 แสดงการคำนวณของแบบจำลองเส้นระดับความสูง

6.1.5 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

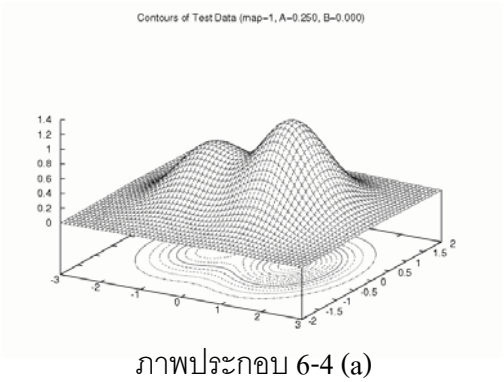
จากผลการคำนวณค่าความสูงที่จุดใดๆในพื้นที่จาการภาพประกอบ 6-2 สามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความสูงที่จุดต่างๆได้จากผลต่างระหว่างค่าความสูงของฟังก์ชัน h(x,y) ในสมการ(6-1) และค่าความสูงที่คำนวณจากแบบจำลองระดับความสูง ซึ่งพิจารณาค่าความสูงทั้งสองณ จุดพิกัดเดียวกัน และจุดพิกัดต่างๆเหล่านั้นเป็นจุดที่กำหนดขึ้นเพื่อคำนวณค่าฟังก์ชันความสูง h (x,y) ซึ่งมีระยะห่างของจุดพิกัดบนแกน x และ y น้อยที่สุด คือ 0.1

6.2 ผลการทดลอง

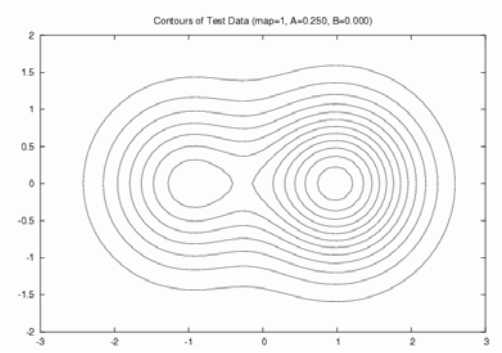
6.2.1 ค่าระดับความสูงที่คำนวณขึ้นจากของฟังก์ชัน h(x,y)

การสร้างข้อมูลความสูงเพื่อใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นของแบบจำลองระดับความสูง โดยทำการเลือกพิกัด(x,y)ให้มีค่าระยะห่างของจุดพิกัดตามแนวแกน x และ y ภายในช่วง [-3,3] ซึ่งกำหนดให้ $\Delta x = \Delta y$ โดยมีค่าเท่ากับ 0.1 0.2 และ 0.5

- ค่าระดับความสูงโดยใช้ค่า $\Delta x = \Delta y$ เท่ากับ 0.1



ภาพประกอบ 6-4 (a)

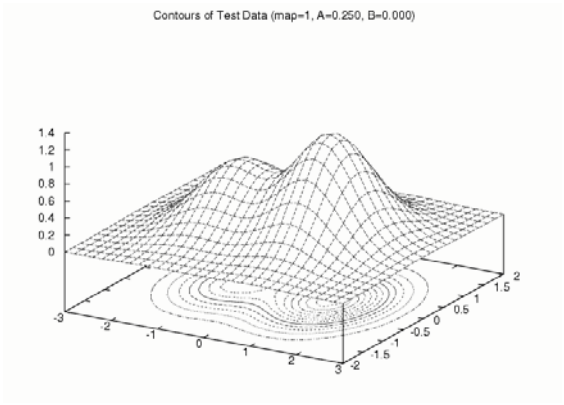


ภาพประกอบ 6-4 (b)

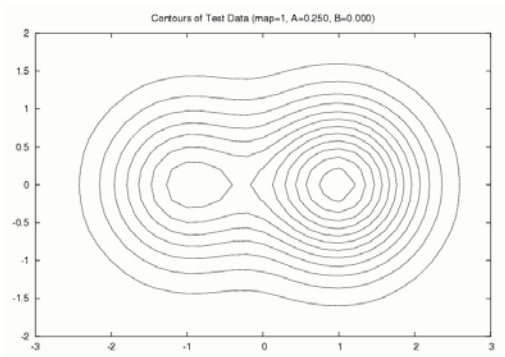
ภาพประกอบ 6-4 (a) ค่าความสูงของฟังก์ชัน h(x,y) (b) เส้นระดับความสูง

จากภาพประกอบ 6-4 จะเห็นได้ว่า ผลลัพธ์จากการคำนวณค่าฟังก์ชันความสูง h(x,y) ด้วยค่าระดับความสูงโดยใช้ค่า $\Delta x = \Delta y$ เท่ากับ 0.1 ซึ่งสามารถเขียนกราฟเพื่อแสดงเส้นระดับความสูงจำนวน 13 เส้น ซึ่งมีค่าความสูงต่างๆ คือ 1.2 1.1 1.0 0.9 0.8 0.7(จำนวน 2 เส้น) 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 และ 0.0

- ค่าระดับความสูงโดยใช้ค่า $\Delta x = \Delta y$ เท่ากับ 0.2



ภาพประกอบ 6-5 (a)

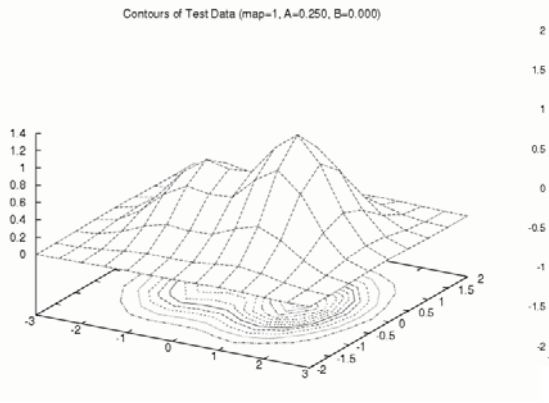


ภาพประกอบ 6-5 (b)

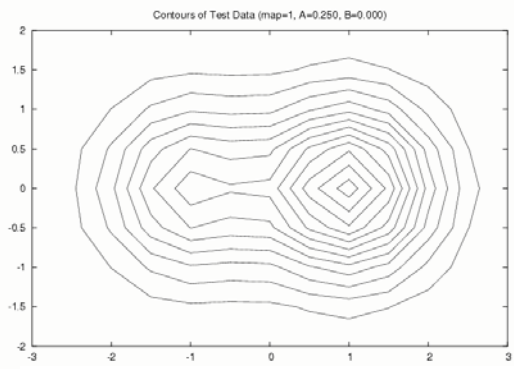
ภาพประกอบ 6-5 (a) ค่าความสูงของฟังก์ชัน h(x,y) (b) เส้นระดับความสูง

จากภาพประกอบ 6-5 จะเห็นได้ว่า ผลลัพธ์จากการคำนวณค่าฟังก์ชันความสูง h(x,y) ด้วยค่าระดับความสูงโดยใช้ค่า $\Delta x = \Delta y$ เท่ากับ 0.2 ซึ่งสามารถเขียนกราฟเพื่อแสดงเส้นระดับความสูงจำนวน 13 เส้น ซึ่งมีค่าความสูงต่างๆ คือ 1.2 1.1 1.0 0.9 0.8 0.7(จำนวน 2 เส้น) 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 และ 0.0

- ค่าระดับความสูงโดยใช้ค่า $\Delta x = \Delta y$ เท่ากับ 0.5



ภาพประกอบ 6-6 (a)



ภาพประกอบ 6-6 (b)

ภาพประกอบ 6-6 (a) ค่าความสูงของฟังก์ชัน h(x,y) (b) เส้นระดับความสูง

จากภาพประกอบ 6-6 จะเห็นได้ว่า ผลลัพธ์จากการคำนวณค่าฟังก์ชันความสูง h(x,y) ด้วยค่าระดับความสูงโดยใช้ค่า $\Delta x = \Delta y$ เท่ากับ 0.5 ซึ่งสามารถเขียนกราฟเพื่อแสดงเส้นระดับความสูงจำนวน 13 เส้น ซึ่งมีค่าความสูงต่างๆ คือ 1.2 1.1 1.0 0.9 0.8 0.7(จำนวน 2 เส้น) 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 และ 0.0

6.2.2 การกำหนดข้อมูลเริ่มต้นจากจำนวนของเส้นระดับความสูง

ในหัวข้อ 6.2.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการเขียนกราฟเส้นระดับความสูงที่มีค่าความสูงต่างๆ นำมาใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นเพื่อใช้ในการทดสอบแบบจำลองระดับความสูง ดังนั้น จึงกำหนดข้อมูลเริ่มต้นให้มีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยใช้ค่า $\Delta x = \Delta y$ ซึ่งกำหนดให้มีเท่ากับ 0.1 0.2 และ 0.5

เส้นระดับความสูงประกอบด้วยจุดพิกัดหลายจุด ซึ่งเป็นจุดที่มีค่าความสูงเท่ากัน ดังนั้นในการทดลองจึงได้ทำการสุ่มจุดพิกัดเพียงบางส่วนเพื่อใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้น

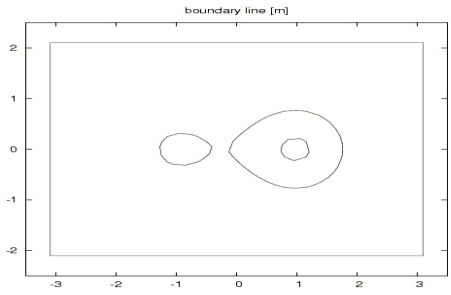
- ข้อมูลเริ่มต้นจากการใช้ค่า $\Delta x = \Delta y = 0.1$

ในภาพประกอบ 6-4 เห็นได้ว่า ข้อมูลความสูงที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ค่า $\Delta x = \Delta y = 0.1$ สามารถนำมาสร้างข้อมูลเริ่มต้นที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

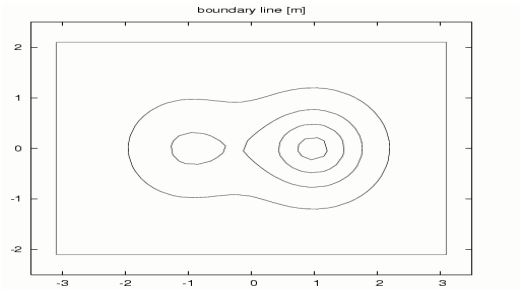
ลักษณะที่ 1 เป็นข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย ซึ่งประกอบด้วยเส้นระดับความสูงที่มีความสูงเท่ากับ 1.2 0.7 และ 0.0 ดังภาพประกอบ 6-7(a)

ลักษณะที่ 2 เป็นข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงปานกลาง ซึ่งประกอบด้วยเส้นระดับความสูงที่มีความสูงเท่ากับ 1.2 1.0 0.7 0.3 และ 0.0 ดังภาพประกอบ 6-7(b)

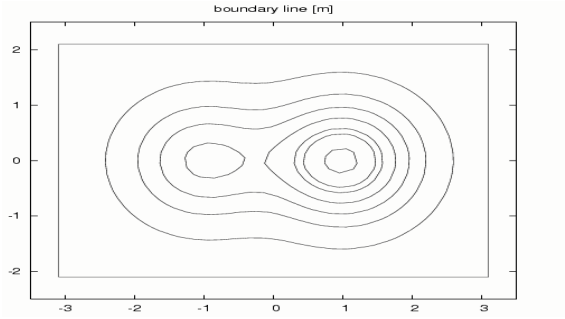
ลักษณะที่ 3 เป็นข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมาก ซึ่งประกอบด้วยเส้นระดับความสูงที่มีความสูงเท่ากับ 1.2 1.0 0.9 0.7 0.5 0.3 0.1 และ 0.0 ดังภาพประกอบ 6-7(c)



ภาพประกอบ 6-7(a)



ภาพประกอบ 6-7(b)



ภาพประกอบ 6-7(c)

ภาพประกอบ 6-7 (a) ลักษณะที่ 1 (b) ลักษณะที่ 2 (c) ลักษณะที่ 3

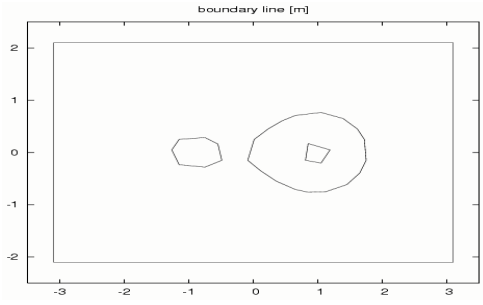
- ข้อมูลเริ่มต้นจากการใช้ค่า $\Delta x = \Delta y = 0.2$

ในภาพประกอบ 6-4 เห็นได้ว่า ข้อมูลความสูงที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ค่า $\Delta x = \Delta y = 0.2$ สามารถนำมาสร้างข้อมูลเริ่มต้นที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

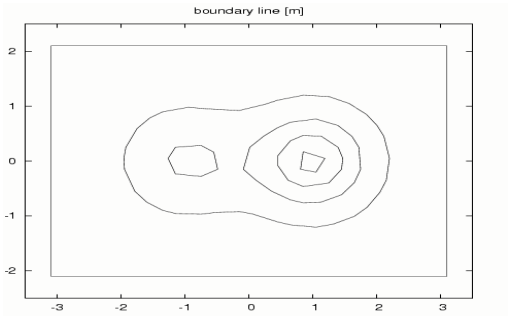
ลักษณะที่ 1 เป็นข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย ซึ่งประกอบด้วยเส้นระดับความสูงที่มีความสูงเท่ากับ 1.2 0.7 และ 0.0 ดังภาพประกอบ 6-8(a)

ลักษณะที่ 2 เป็นข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงปานกลาง ซึ่งประกอบด้วยเส้นระดับความสูงที่มีความสูงเท่ากับ 1.2 1.0 0.7 0.3 และ 0.0 ดังภาพประกอบ 6-8(b)

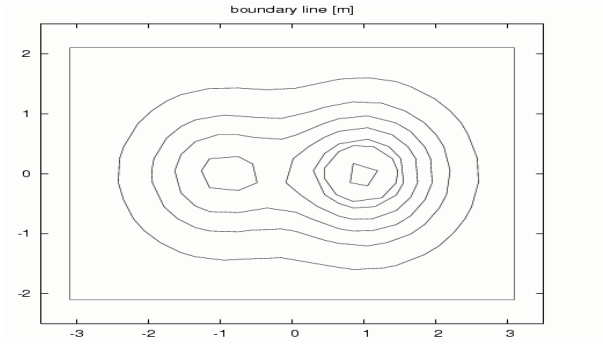
ลักษณะที่ 3 เป็นข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมาก ซึ่งประกอบด้วยเส้นระดับความสูงที่มีความสูงเท่ากับ 1.2 1.0 0.9 0.7 0.5 0.3 0.1 และ 0.0 ดังภาพประกอบ 6-8(c)



ภาพประกอบ 6-8(a)



ภาพประกอบ 6-8(b)



ภาพประกอบ 6-8(c)

ภาพประกอบ 6-8 (a) ลักษณะที่ 1 (b) ลักษณะที่ 2 (c) ลักษณะที่ 3

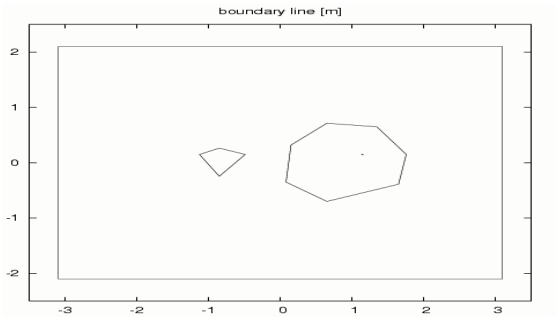
- ข้อมูลเริ่มต้นจากการใช้ค่า $\Delta x = \Delta y = 0.5$

ในภาพประกอบ 6-4 เห็นได้ว่า ข้อมูลความสูงที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ค่า $\Delta x = \Delta y = 0.5$ สามารถนำมาสร้างข้อมูลเริ่มต้นที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

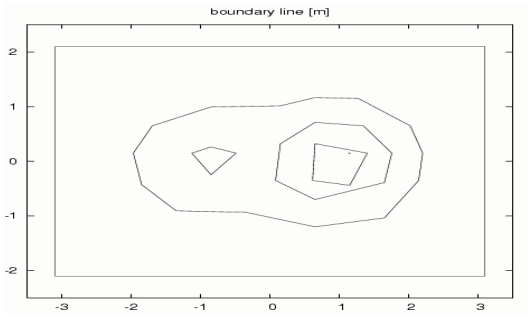
ลักษณะที่ 1 เป็นข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย ซึ่งประกอบด้วยเส้นระดับความสูงที่มีความสูงเท่ากับ 1.2 0.7 และ 0.0 ดังภาพประกอบ 6-9(a)

ลักษณะที่ 2 เป็นข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงปานกลาง ซึ่งประกอบด้วยเส้นระดับความสูงที่มีความสูงเท่ากับ 1.2 1.0 0.7 0.3 และ 0.0 ดังภาพประกอบ 6-9(b)

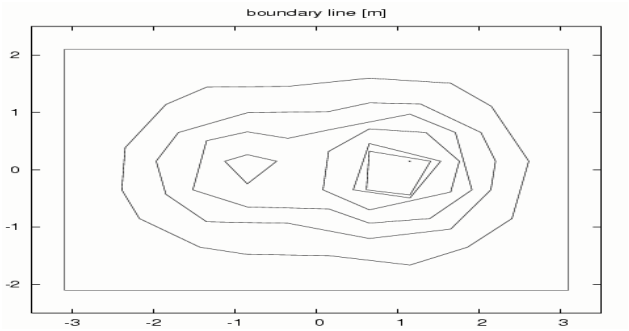
ลักษณะที่ 3 เป็นข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมาก ซึ่งประกอบด้วยเส้นระดับความสูงที่มีความสูงเท่ากับ 1.2 1.0 0.9 0.7 0.5 0.3 0.1 และ 0.0 ดังภาพประกอบ 6-9(c)



ภาพประกอบ 6-9(a)



ภาพประกอบ 6-9(b)

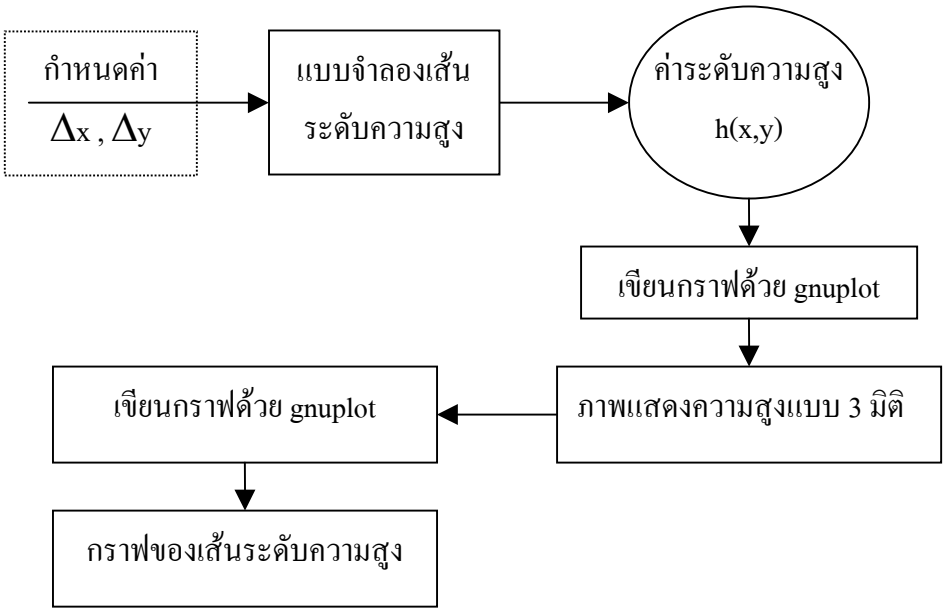


ภาพประกอบ 6-9 (a) ลักษณะที่ 1 (b) ลักษณะที่ 2 (c) ลักษณะที่ 3

6.2.3 การแสดงผลการประมาณค่าความสูงจากแบบจำลองเส้นระดับความสูง

ในการคำนวณหาผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยแบบจำลองเส้นระดับความสูง สามารถคำนวณที่จุดใดก็ได้ภายในพื้นที่ ดังนั้นเพื่อง่ายต่อการคำนวณหาความคลาดเคลื่อน จึงได้กำหนดระยะห่างของพิกัดบนแกน x และ y มีค่าเท่ากับ 0.1 ($\Delta x = \Delta y = 0.1$) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดมากที่สุด

กระบวนการแสดงผลการประมาณค่าความสูงจากแบบจำลองระดับความสูง สามารถแสดงได้ตามภาพประกอบ 6-10 ดังต่อไปนี้

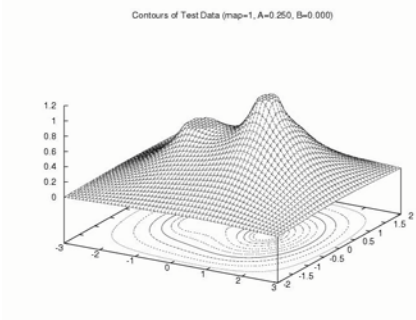


ภาพประกอบ 6-10 แสดงการคำนวณความสูงจากแบบจำลองเส้นระดับความสูง

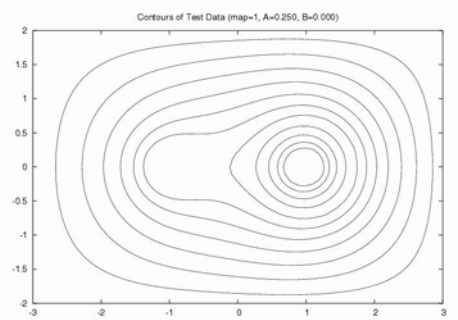
6.2.3.1 ผลลัพธ์จากการประมาณโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.1$

การประมาณค่าความสูงจากแบบจำลองระดับความสูง โดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.1$ ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์ของการประมาณโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- ผลลัพธ์จากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 1 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย



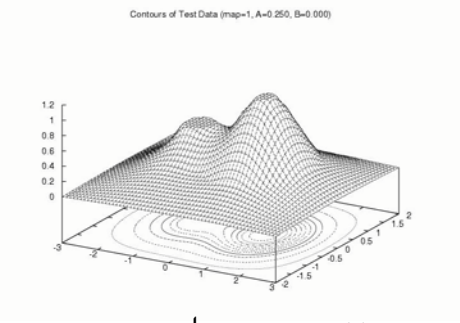
ภาพประกอบ 6-11(a)



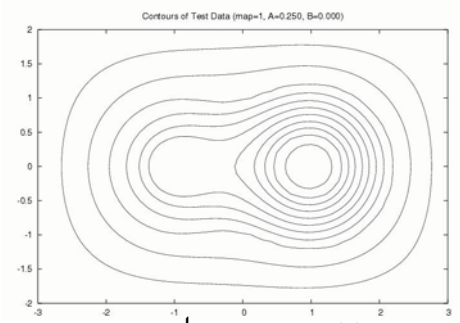
ภาพประกอบ 6-11(b)

ภาพประกอบ 6-11 (a) ค่าความสูงที่ได้จากการประมาณ
(b) เส้นระดับความสูง

- ผลลัพธ์จากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 2 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงปานกลาง



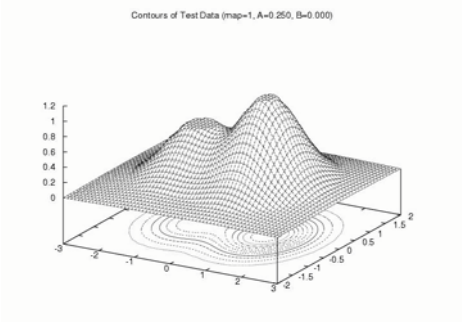
ภาพประกอบ 6-12(a)



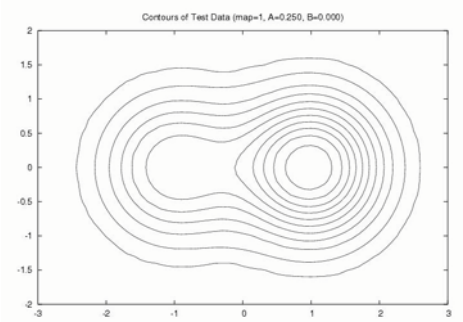
ภาพประกอบ 6-12(b)

ภาพประกอบ 6-12 (a) ค่าความสูงที่ได้จากการประมาณ
(b) เส้นระดับความสูง

- ผลลัพธ์จากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 3 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมาก



ภาพประกอบ 6-13(a)



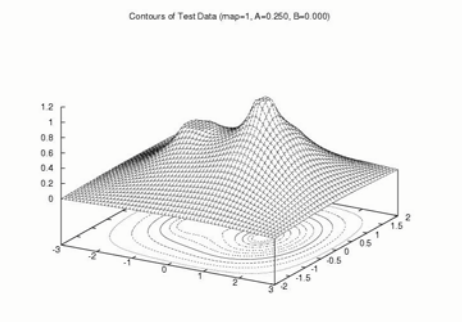
ภาพประกอบ 6-13(b)

ภาพประกอบ 6-13 (a) ค่าความสูงที่ได้จากการประมาณ
(b) เส้นระดับความสูง

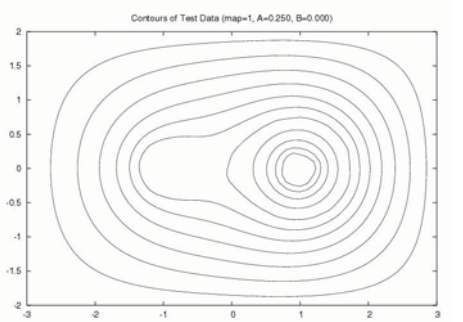
6.2.3.2 ผลลัพธ์จากการประมาณโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มี $\Delta x = \Delta y = 0.2$

การประมาณค่าความสูงจากแบบจำลองระดับความสูง โดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.2$ ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์ของการประมาณโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- ผลลัพธ์จากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 1 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย



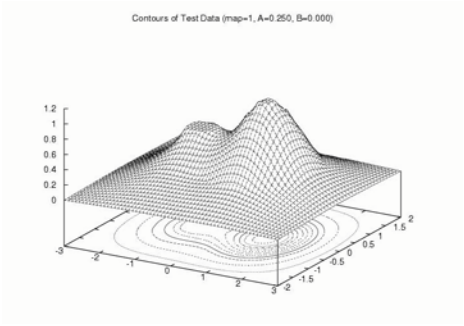
ภาพประกอบ 6-14(a)



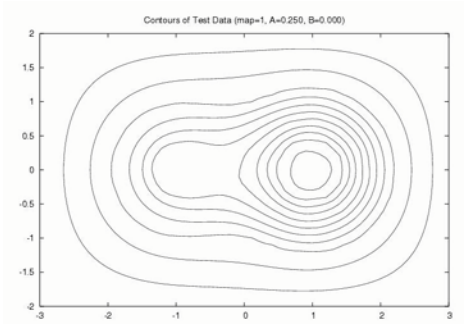
ภาพประกอบ 6-14(b)

ภาพประกอบ 6-14 (a) ค่าความสูงที่ได้จากการประมาณ
(b) เส้นระดับความสูง

- ผลลัพธ์จากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 2 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงปานกลาง



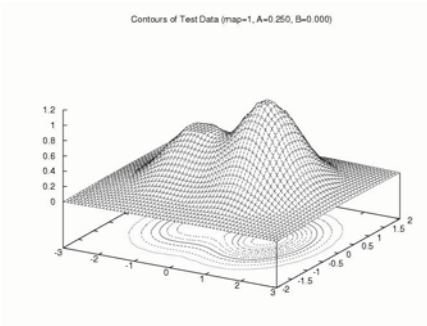
ภาพประกอบ 6-15(a)



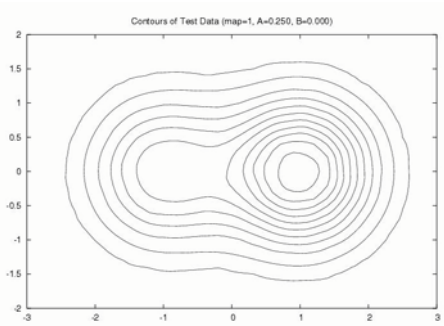
ภาพประกอบ 6-15(b)

ภาพประกอบ 6-15 (a) ค่าความสูงที่ได้จากการประมาณ
(b) เส้นระดับความสูง

- ผลลัพธ์จากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 3 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมาก



ภาพประกอบ 6-16(a)



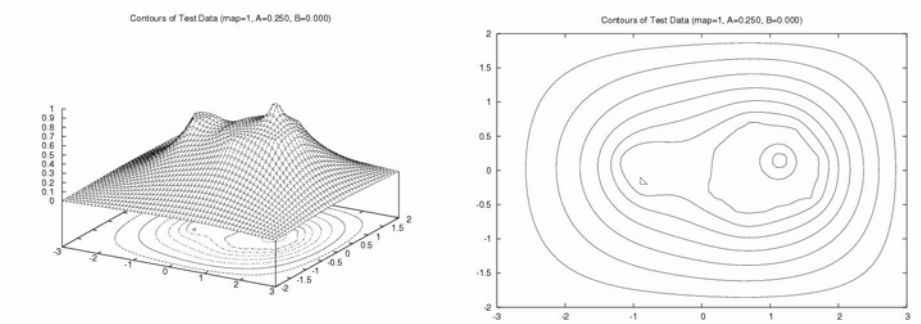
ภาพประกอบ 6-16(b)

ภาพประกอบ 6-16 (a) ค่าความสูงที่ได้จากการประมาณ
(b) เส้นระดับความสูง

6.2.3.3 ผลลัพธ์จากการประมาณโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.5$

การประมาณค่าความสูงจากแบบจำลองระดับความสูง โดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.5$ ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์ของการประมาณโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะต่างๆ ดังนี้

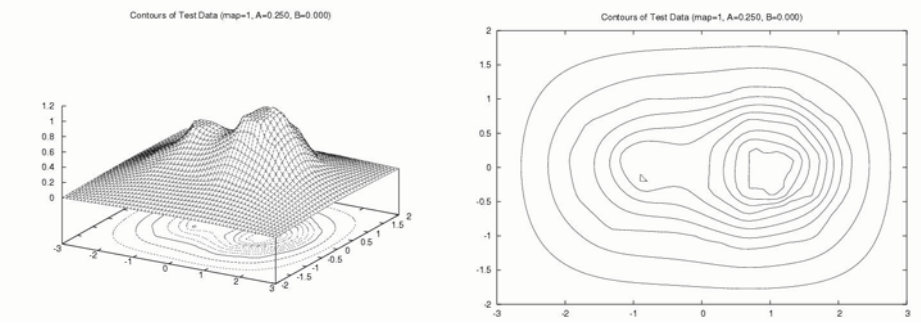
- ผลลัพธ์จากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 1 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย



ภาพประกอบ 6-17(a) ภาพประกอบ 6-17(b)

ภาพประกอบ 6-17 (a) ค่าความสูงที่ได้จากการประมาณ
(b) เส้นระดับความสูง

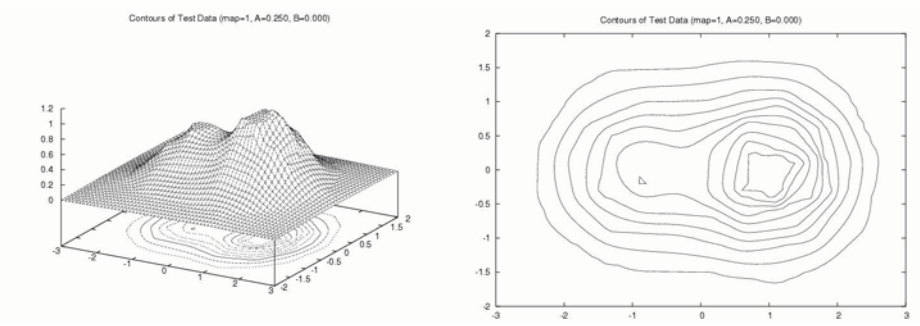
- ผลลัพธ์จากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 2 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงปานกลาง



ภาพประกอบ 6-18(a) ภาพประกอบ 6-18(b)

ภาพประกอบ 6-18 (a) ค่าความสูงมที่ได้จากการประมาณ
(b) เส้นระดับความสูง

- ผลลัพธ์จากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 3 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมาก

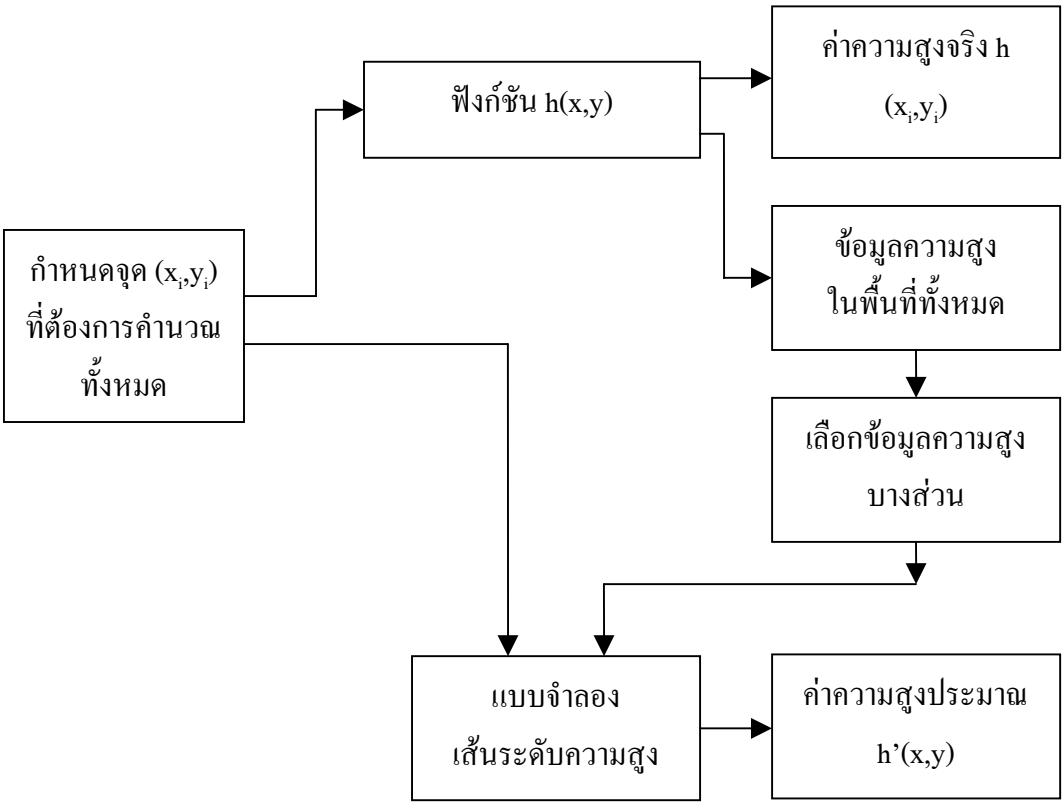


ภาพประกอบ 6-19(a) ภาพประกอบ 6-19(b)

ภาพประกอบ 6-19 (a) ค่าความสูงที่ได้จากการประมาณ
(b) เส้นระดับความสูง

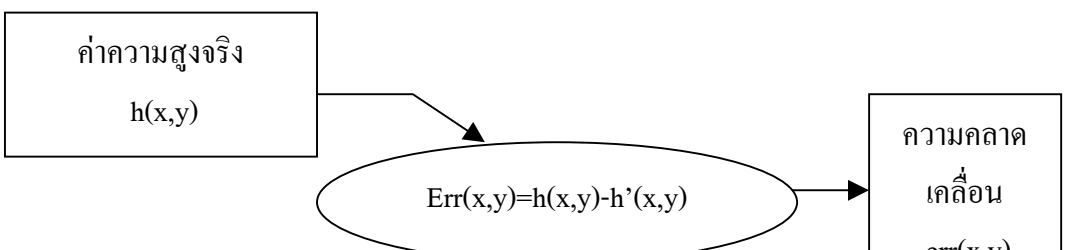
6.2.4 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

จากภาพประกอบ 6-20 เป็นแผนผังแสดงขั้นตอนการคำนวณจากแบบจำลองเส้นระดับความสูง เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจในการคำนวณความคลาดเคลื่อน



ภาพประกอบ 6-20 แผนผังแสดงขั้นตอนการคำนวณค่าจริงและค่าประมาณจากแบบจำลอง

จะเห็นได้ว่า แบบจำลองเส้นระดับความสูงจะใช้ข้อมูลเพียงบางส่วนจากข้อมูลจริง ดังนั้นจึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น ซึ่งสามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนได้จากการเปรียบความสูงจริงกับค่าความสูงที่ประมาณขึ้นจากแบบจำลอง โดยขั้นตอนต่างๆถูกแสดงเป็นแผนผังดังภาพประกอบ 6-21

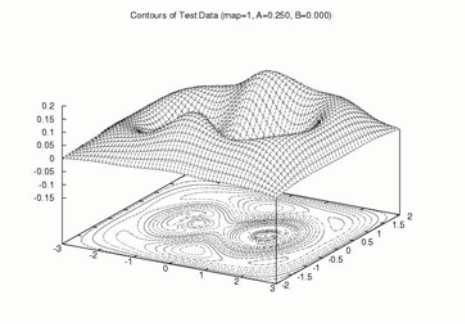


ในภาพประกอบ 6-21 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเป็นการนำค่าความสูงจริงที่ได้จากฟังก์ชันความสูงมาเปรียบเทียบค่าความสูงที่ได้จากการประมาณ ซึ่งในการเปรียบเทียบจะพิจารณาช้ที่จุดพิกัดเดียวกันภายในพื้นที่ที่พิจารณา

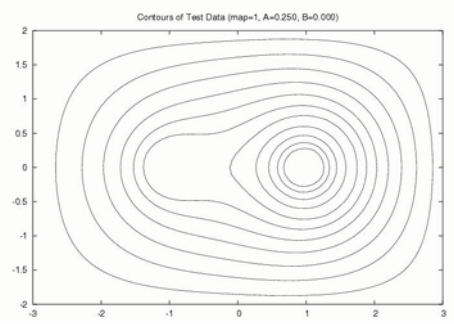
6.2.4.1 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.1$

ในการหาค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าความสูงจากแบบจำลองระดับความสูงโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.1$ สามารถแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าความสูงโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- ค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 1 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย



ภาพประกอบ 6-22(a)

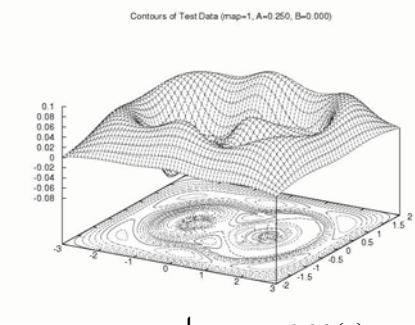


ภาพประกอบ 6-22(b)

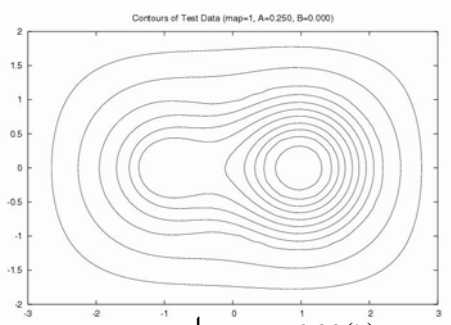
ภาพประกอบ 6-22 (a) ค่าความคลาดเคลื่อน
(b) เส้นระดับความสูง

ภาพประกอบ 6-22(b) แสดงเส้นของค่าความความคลาดเคลื่อนต่างๆจากการประมาณ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.18, 0.17, 0.14, 0.12, 0.10, 0.08, 0.07, 0.04, 0.02, 0.0, -0.02, -0.04, -0.07, -0.08, -0.10 และ -0.12

- ค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 2 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงปานกลาง



ภาพประกอบ 6-23(a)

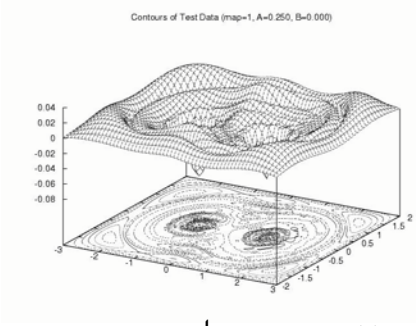


ภาพประกอบ 6-23(b)

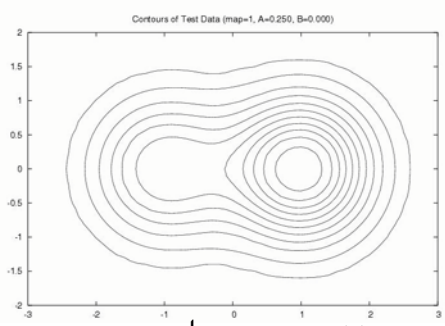
ภาพประกอบ 6-23 (a) ค่าความคลาดเคลื่อน
(b) เส้นระดับความสูง

ภาพประกอบ 6-23(b) แสดงเส้นของค่าความความคลาดเคลื่อนต่างๆจากการประมาณ ซึ่งมีค่า เท่ากับ 0.08, 0.07, 0.07, 0.05, 0.04, 0.03, 0.02, 0.01, 0.0, -0.01, -0.02, 0.03, -0.04, 0.05 และ -0.07

- ค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 3 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมาก



ภาพประกอบ 6-24(a)



ภาพประกอบ 6-24(b)

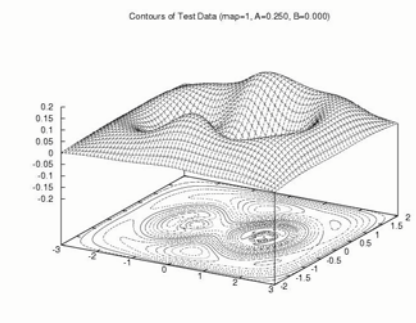
ภาพประกอบ 6-24 (a) ค่าความคลาดเคลื่อน
(b) เส้นระดับความสูง

ภาพประกอบ 6-24(b) แสดงเส้นของค่าความความคลาดเคลื่อนต่างๆจากการประมาณ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.025, 0.02, 0.015, 0.010, 0.005, 0.0, -0.005, -0.010, -0.015, -0.020 และ -0.025

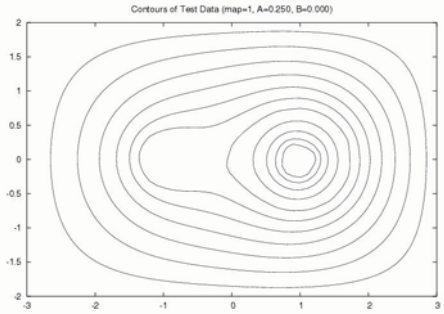
6.2.4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.2$

ค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าความสูงจากแบบจำลองระดับความสูง โดยใช้ข้อมูลเริ่มต้น $\Delta x = \Delta y = 0.2$ สามารถแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าความสูงโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- ค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 1 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย



ภาพประกอบ 6-25(a)

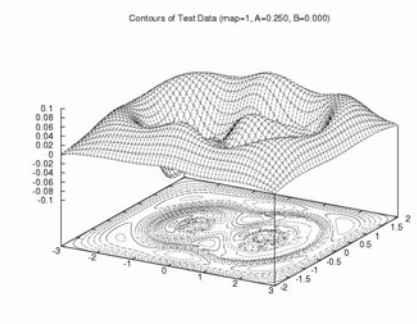


ภาพประกอบ 6-25(b)

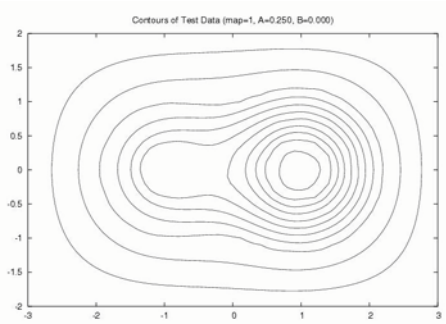
ภาพประกอบ 6-25 (a) ค่าความคลาดเคลื่อน
(b) เส้นระดับความสูง

ภาพประกอบ 6-25(b) แสดงเส้นของค่าความความคลาดเคลื่อนต่างๆจากการประมาณ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.18, 0.17, 0.14, 0.12, 0.10, 0.08, 0.07, 0.04, 0.02, 0.0, -0.02, -0.04, -0.07, -0.08, -0.10, -0.12, -0.14 และ -0.17

- ค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 2 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงปานกลาง



ภาพประกอบ 6-26(a)

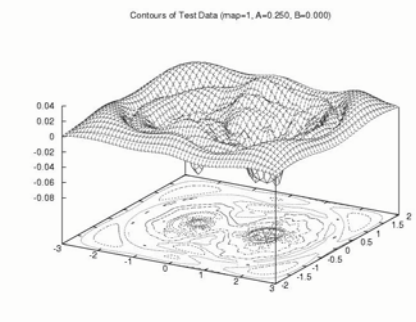


ภาพประกอบ 6-26(b)

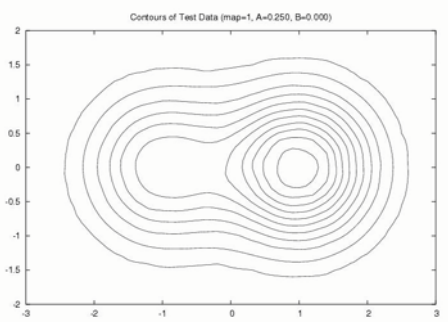
ภาพประกอบ 6-26 (a) ค่าความคลาดเคลื่อน
(b) เส้นระดับความสูง

ภาพประกอบ 6-26(b) แสดงเส้นของค่าความความคลาดเคลื่อนต่างๆจากการประมาณ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.08 , 0.07 , 0.07 , 0.05 , 0.04 , 0.03 , 0.02 , 0.01 , 0.0 , -0.01 , -0.02 , -0.03 ,-0.04, -0.05 , -0.07 , -0.07 , -0.08 และ -0.09

- ค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 3 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมาก



ภาพประกอบ 6-27(a)



ภาพประกอบ 6-27(b)

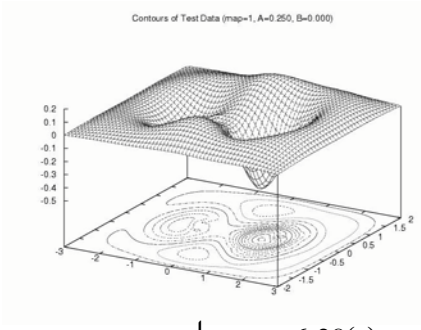
ภาพประกอบ 6-27 (a) ค่าความสูงของฟังก์ชัน h(x,y)
(b) เส้นระดับความสูง

ภาพประกอบ 6-27(b) แสดงเส้นของค่าความความคลาดเคลื่อนต่างๆจากการประมาณ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.02, 0.01, 0.0, -0.01, -0.02, -0.03, -0.04, -0.05 และ -0.07

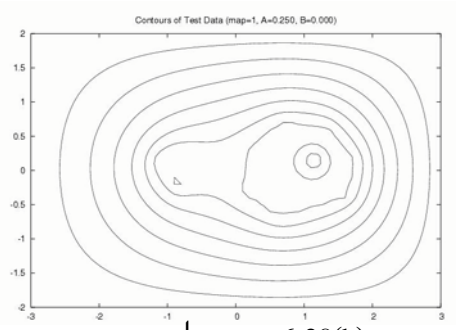
6.2.4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.5$

ค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าความสูงจากแบบจำลองระดับความสูง โดยใช้ข้อมูลเริ่มต้น $\Delta x = \Delta y = 0.5$ สามารถแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าความสูงโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะต่างๆ ดังนี้

- ค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 1 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย



ภาพประกอบ 6-28(a)

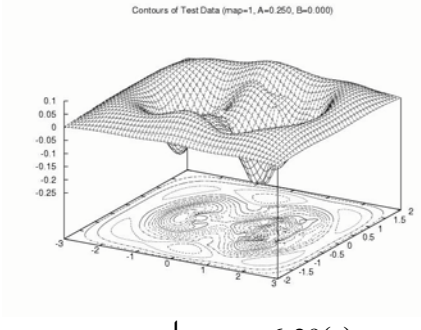


ภาพประกอบ 6-28(b)

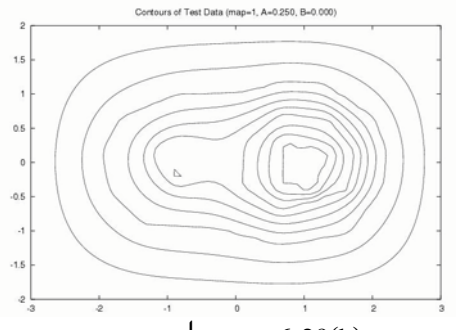
ภาพประกอบ 6-28 (a) ค่าความคลาดเคลื่อน
(b) เส้นระดับความสูง

ภาพประกอบ 6-28(b) แสดงเส้นของค่าความความคลาดเคลื่อนต่างๆจากการประมาณ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.15, 0.10, 0.05, 0.0, -0.05, -0.1, -0.15, -0.20, -0.25, -0.30, -0.35, -0.4 และ -0.45

- ค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 2 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงปานกลาง



ภาพประกอบ 6-29(a)

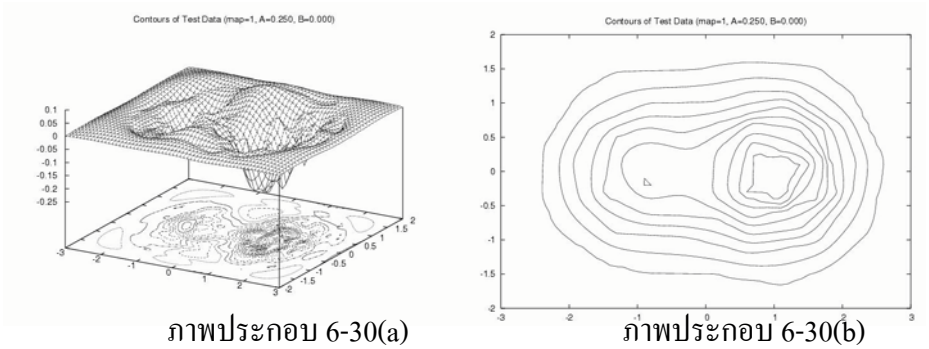


ภาพประกอบ6-29(b)

ภาพประกอบ 6-29 (a) ค่าความคลาดเคลื่อน
(b) เส้นระดับความสูง

ภาพประกอบ 6-29(b) แสดงเส้นของค่าความความคลาดเคลื่อนต่างๆจากการประมาณ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.08, 0.07, 0.04, 0.02, 0.0, -0.02, -0.04, -0.07, -0.08, -0.10, -0.12, -0.14, -0.17, -0.18, -0.20, -0.22 และ -0.24

- ค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นในลักษณะที่ 3 ที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมาก



ภาพประกอบ 6-30(a) ภาพประกอบ 6-30(b)

ภาพประกอบ 6-30 (a) ค่าความคลาดเคลื่อน
(b) เส้นระดับความสูง

ภาพประกอบ 6-30(b) แสดงเส้นของค่าความความคลาดเคลื่อนต่างๆจากการประมาณ ซึ่งมีค่าแสดงความคลาดเคลื่อนที่มีระดับความสูง เท่ากับ 0.04, 0.02, 0.0, -0.02, -0.04, -0.07, -0.08, -0.10, -0.12, -0.14, -0.17, -0.18, -0.20, -0.22 และ -0.24

6.3 สรุปผลการทดลอง

ในการคำนวณผลลัพธ์ของแบบจำลอง ซึ่งใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 9 ลักษณะ สามารถแบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการประมาณที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้น ซึ่งมีระยะห่างของ $\Delta x = \Delta y$

2. การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการประมาณที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้น ซึ่งมีจำนวนเส้นระดับความสูงเท่ากัน

3. การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณโดยใช้ข้อมูลแตกต่างกันทั้ง 9 ลักษณะ

6.3.1 การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการประมาณที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้น ซึ่งมีระยะห่างของพิกัดเท่ากัน

จากการทดลองใช้ข้อมูลที่มีระยะห่างเท่ากัน แต่มีจำนวนเส้นระดับความสูงที่แตกต่างกัน พบว่า จำนวนเส้นระดับความสูงมากจะทำให้การประมาณมีความถูกต้องมาก ซึ่งพิจารณาผลการทดลองในแต่ละระยะห่างของพิกัด($\Delta x = \Delta y$) ได้ดังต่อไปนี้

- การเปรียบเทียบผลการทดลองจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างเท่ากับ 0.1

เมื่อนำผลลัพธ์จากการประมาณที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่าง($\Delta x = \Delta y$)เท่ากับ 0.1 มาเปรียบเทียบกับค่าฟังก์ชันความสูง h(x,y)ในภาพประกอบ 6-4(a) จะพบว่า ผลลัพธ์ที่แสดงในภาพประกอบ 6-13(a) จะมีความใกล้เคียงกับภาพประกอบ 6-4(a) มากที่สุด และผลลัพธ์ที่แสดงในภาพประกอบ 6-11(a) จะมีความใกล้เคียงกับภาพประกอบ 6-4(a) น้อยที่สุด ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ความถูกต้องในการประมาณจะขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นของระดับความสูง

- การเปรียบเทียบผลการทดลองจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างเท่ากับ 0.2

เมื่อนำผลลัพธ์จากการประมาณที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่าง($\Delta x = \Delta y$) เท่ากับ 0.2 มาเปรียบเทียบกับค่าฟังก์ชันความสูง h(x,y)ในภาพประกอบ 6-5(a) จะพบว่า ผลลัพธ์ที่แสดงในภาพประกอบ 6-16(a) จะมีความใกล้เคียงกับภาพประกอบ 6-5(a) มากที่สุด และผลลัพธ์ที่แสดงในภาพประกอบ 6-14(a) จะมีความใกล้เคียงกับภาพประกอบ 6-5(a) น้อยที่สุด ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ความถูกต้องในการประมาณจะขึ้นอยู่กับ จำนวนเส้นของระดับความสูง

- การเปรียบเทียบผลการทดลองจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างเท่ากับ 0.5

เมื่อนำผลลัพธ์จากการประมาณที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่าง($\Delta x = \Delta y$) เท่ากับ 0.5 มาเปรียบเทียบกับค่าฟังก์ชันความสูง h(x,y)ในภาพประกอบ 6-6(a) จะพบว่า ผลลัพธ์ที่แสดงในภาพประกอบ 6-19(a) จะมีความใกล้เคียงกับภาพประกอบ 6-6(a) มากที่สุด และผลลัพธ์ที่แสดงในภาพประกอบ 6-17(a) จะมีความใกล้เคียงกับภาพประกอบ 6-6(a) น้อยที่สุด ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ความถูกต้องในการประมาณจะขึ้นอยู่กับ จำนวนเส้นของระดับความสูง

ดังนั้น จากการเปรียบเทียบผลการทดลองจากการใช้ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่าง($\Delta x = \Delta y$) เท่ากับ 0.1 0.2 และ 0.5 สามารถสรุปได้ว่า การประมาณค่าความสูงของแบบจำลองมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นระดับความสูง โดยข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมาก จะทำ

ให้ผลลัพธ์จากการประมาณมีความถูกต้องมากกว่าเมื่อใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย

6.3.2 การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการประมาณที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงเท่ากัน

- การเปรียบเทียบผลการทดลองจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย

เมื่อนำผลลัพธ์จากการประมาณที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงน้อย ในแต่ละข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างของพิกัด คือ 0.1 0.2 และ 0.5 มาเปรียบเทียบกับค่าฟังก์ชันความสูง h(x,y)ในภาพประกอบ 6-4(a) จะพบว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.1$ ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 6-11(a) มีความใกล้เคียงกับภาพประกอบ 6-4(a) มากที่สุด และผลลัพธ์ที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.5$ ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 6-17(a) มีความใกล้เคียงกับภาพประกอบ 6-4(a) น้อยที่สุด ดังนั้น เห็นได้ว่า ความถูกต้องในการประมาณจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของจุดพิกัดในข้อมูลเริ่มต้น

- การเปรียบเทียบผลการทดลองจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนส้นระดับความสูงปานกลาง

เมื่อนำผลลัพธ์จากการประมาณที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงปานกลางในแต่ละข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างของพิกัด คือ 0.1 0.2 และ 0.5 มาเปรียบเทียบกับค่าฟังก์ชันความสูง h(x,y)ในภาพประกอบ 6-4(a) จะพบว่า ผลลัพธ์ที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.1$ ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 6-12(a) มีความใกล้เคียงกับภาพประกอบ 6-4(a) มากที่สุด และผลลัพธ์ที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.5$ ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 6-18(a) มีความใกล้เคียงกับภาพประกอบ 6-4(a) น้อยที่สุด ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ความถูกต้องในการประมาณจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของจุดพิกัดในข้อมูลเริ่มต้น

- การเปรียบเทียบผลการทดลองจากการใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนส้นระดับความสูงมาก

เมื่อนำผลลัพธ์จากการประมาณที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงมากในแต่ละข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างของพิกัด คือ 0.1 0.2 และ 0.5 มาเปรียบเทียบกับค่าฟังก์ชันความสูง h(x,y)ในภาพประกอบ 6-4(a) พบว่า ผลลัพธ์ที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.1$ ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 6-13(a) มีความใกล้เคียงกับภาพประกอบ 6-4(a) มากที่สุด และผลลัพธ์ที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y = 0.5$ ซึ่งแสดงในภาพประกอบ 6-19(a) มีความใกล้เคียงกับภาพประกอบ 6-4(a) น้อยที่สุด ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ความถูกต้องในการประมาณจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของจุดพิกัดในข้อมูลเริ่มต้น

ดังนั้น จากการเปรียบเทียบผลการทดลองจากการใช้ข้อมูลที่มีจำนวนเส้นระดับความสูงไม่เท่ากันในแต่ละข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่า $\Delta x = \Delta y$ เท่ากัน สามารถสรุปได้ว่า การประมาณค่าความสูงของแบบจำลองมีความถูกต้องขึ้นอยู่กับระยะห่างของพิกัดในข้อมูลเริ่มต้น โดยข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างของพิกัดน้อย ทำให้การคำนวณมีความถูกต้องมากกว่าเมื่อใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างของพิกัดมาก

6.3.3 การเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์จากการประมาณ

เพื่อง่ายต่อการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละการทดลอง จะใช้วิธีการนำค่าความคลาดเคลื่อนของทุกๆจุดที่ทำการประมาณค่าความสูง มาทำการหาค่าเฉลี่ยแบบ rms (root mean square) ซึ่งจะแบ่งลักษณะการเปรียบเทียบตามระยะห่างของพิกัด ดังต่อไปนี้

- การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างของพิกัดเท่ากับ 0.1

เมื่อใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างของพิกัดเท่ากับ 0.1 เพื่อทำการประมาณค่าความสูงของแบบจำลองซึ่งมีการใช้จำนวนเส้นระดับความสูงที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ เส้นระดับความสูงน้อย เส้นระดับความสูงปานกลาง และเส้นระดับความสูงมาก ทำให้สามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละแบบได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6-1 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณโดยใช้ข้อเริ่มต้นที่ระยะห่างของพิกัดเท่ากับ 0.1

จำนวนเส้นระดับความสูง	ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยแบบ rms
แบบที่ 1 น้อย	0.08724569
แบบที่ 2 ปานกลาง	0.04330052
แบบที่ 3 มาก	0.0141894

- การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างของพิกัดเท่ากับ 0.2

เมื่อใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างของพิกัดเท่ากับ 0.2 เพื่อทำการประมาณค่าความสูงของแบบจำลองซึ่งมีการใช้จำนวนเส้นระดับความสูงที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ เส้นระดับความสูงน้อย เส้นระดับความสูงปานกลาง และเส้นระดับความสูงมาก ทำให้สามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละแบบได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6-2 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณโดยใช้ข้อเริ่มต้นที่ระยะห่างของพิกัดเท่ากับ 0.2

จำนวนเส้นระดับความสูง	ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยแบบ rms
แบบที่ 1 น้อย	0.08763726
แบบที่ 2 ปานกลาง	0.04479308
แบบที่ 3 มาก	0.01733256

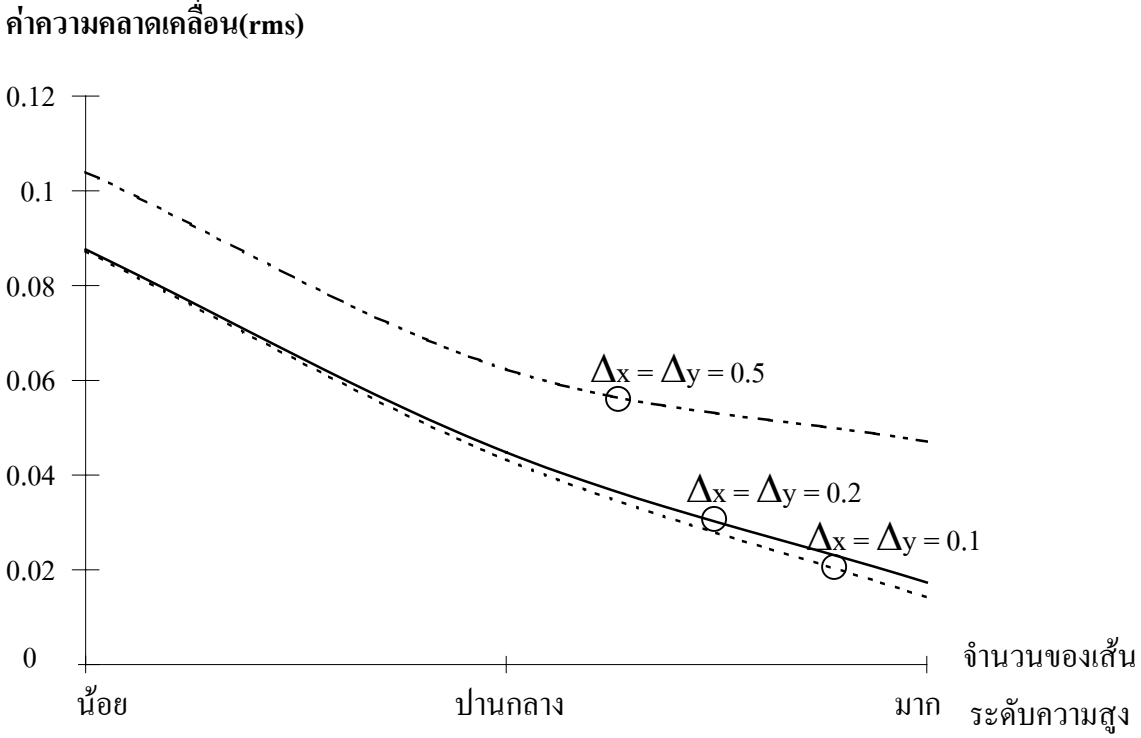
- การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างของพิกัดเท่ากับ 0.5

เมื่อใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีระยะห่างของพิกัดเท่ากับ 0.5 เพื่อทำการประมาณค่าความสูงของแบบจำลองซึ่งมีการใช้จำนวนเส้นระดับความสูงที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ เส้นระดับความสูงน้อย เส้นระดับความสูงปานกลาง และเส้นระดับความสูงมาก ทำให้สามารถคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละแบบได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 6-3 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณโดยใช้ข้อเริ่มต้นที่ระยะห่างของพิกัดเท่ากับ 0.5

จำนวนเส้นระดับความสูง	ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยแบบ rms
แบบที่ 1 น้อย	0.1039363
แบบที่ 2 ปานกลาง	0.0623296
แบบที่ 3 มาก	0.04707072

จากผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าความสูงทั้ง 9 กรณี สามารถนำมาแสดงรวมกันในภาพประกอบ 6-31 ดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 6-31 แสดงค่าคลาดเคลื่อนในการประมาณของแบบจำลอง

จากภาพประกอบ 6-31 เห็นได้ว่า เมื่อใช้ข้อมูลเริ่มต้นที่มีจำนวนของเส้นระดับความสูงมากขึ้นโดยที่มีระยะห่างของพิกัดเท่ากัน ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าลดลง และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่มีเส้นระดับความสูงเท่ากัน แต่มีระยะห่างของพิกัดลดลง ทำให้ความคลาดเคลื่อนมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน

และเมื่อพิจารณาข้อมูลเริ่มต้นที่ระยะห่างของพิกัดมีค่า 0.1 และ 0.2 พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าใกล้เคียงกันมาก ในขณะที่จำนวนของข้อมูลเริ่มต้นที่ระยะห่างของพิกัดเท่ากับ 0.1 มีขนาดเป็นสองเท่าของข้อมูลเริ่มต้นที่ระยะห่างของพิกัดเท่ากับ 0.2 ซึ่งการประมาณค่าที่ใช้ข้อมูลเริ่มต้นมากกว่า จะทำให้เกิดปัญหาต่อกระบวนการคำนวณ เช่น การอินเวอส์เมตริกซ์ ขนาดของหน่วยความจำ เป็นต้น ดังนั้น ในแบบจำลองนี้ เมื่อทำการประมาณค่าความสูงด้วยระยะห่างของพิกัดเท่ากัน เช่น 0.1 และ 0.2 จะเห็นได้ว่า ข้อมูลที่ต้องคำนวณมีขนาดต่างกันมาก แต่ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีค่าใกล้เคียงกัน

แบบจำลองระดับความสูง สามารถประมาณค่าความสูงโดยใช้ข้อมูลเริ่มต้นเป็นเส้นระดับความสูง ซึ่งความถูกต้องในการประมาณจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูลเริ่มต้น คือ ระยะห่างของพิกัดของข้อมูลความสูง และจำนวนเส้นระดับความสูง ดังนั้น เมื่อต้องการความถูกต้องในการประมาณมากขึ้น สามารถทำได้โดยการลดระยะห่างของพิกัดและเพิ่มจำนวนของเส้นระดับความสูง

การเพิ่มความถูกต้องในการประมาณโดยการเพิ่มจำนวนเส้นระดับความสูง จะมีขั้นตอนการคำนวณที่ไม่ยุ่งยาก เมื่อเทียบกับการเพิ่มความถูกต้องในการประมาณโดยการลดระยะห่างของจุดพิกัดในข้อมูลเริ่มต้น เนื่องจากทำให้จำนวนจุดพิกัดบนเส้นระดับความสูงเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันการเพิ่มจำนวนเส้นระดับความสูงในข้อมูลเริ่มต้นจากแผนที่ที่จะไม่สามารถทำได้ แต่สามารถใช้ระยะห่างของพิกัดที่ละเอียดมากขึ้นได้ ดังนั้น การเพิ่มความถูกต้องในการประมาณโดยไม่ต้องใช้ข้อมูลแผนที่ชุดใหม่ สามารถทำได้โดยการลดระยะห่างของพิกัดข้อมูลความสูงจากแผนที่