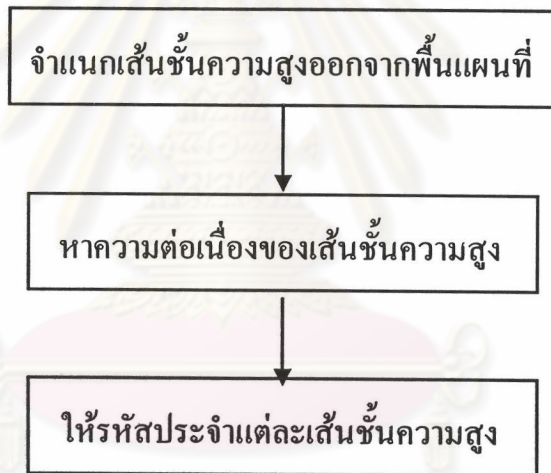


บทที่ 5

การให้รหัสประจำเส้นชั้นความสูง

การทำงานในขั้นต่อไป จากรูปที่ 5-1 หลังจากที่ได้จำแนกเส้นชั้นความสูงออกจากพื้นของแผนที่เส้นชั้นความสูง คือ การหาความต่อเนื่องของเส้นชั้นความสูงและให้รหัสประจำเส้นชั้นความสูงแต่ละเส้น

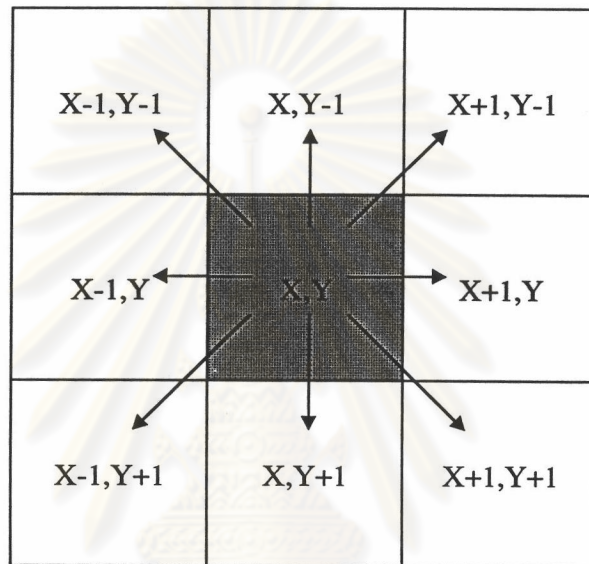


รูปที่ 5-1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการให้รหัสประจำเส้นชั้นความสูง

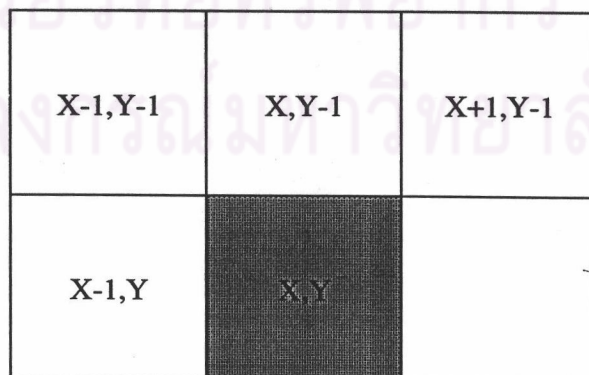
การหาความต่อเนื่องของเส้นชั้นความสูง

การหาความต่อเนื่องของเส้นชั้นความสูง จะใช้การหาแบบ 8 ทิศทาง (neighbor & eight-connected region⁷) ดังรูปที่ 5-2 แต่การทำงานของโปรแกรมจะทำงานจากบนลงล่าง และจุดภาพจากซ้ายไปขวา ทำให้การตรวจหาความต่อเนื่องของเส้นชั้นความสูง โดยวิธี 8 ทิศทาง จะตรวจหาเหลือเพียง 4 ทิศทาง ถ้าจุดภาพที่กำลังพิจารณาเป็น (x,y) จุดภาพที่จะถูกตรวจหาคือ $(x-1,y-1)$ $(x,y-1)$ $(x+1,y-1)$ และ $(x-1,y)$ ดังรูปที่ 5-3 ส่วนความสัมพันธ์ระหว่าง จุดภาพ (x,y) กับ จุดภาพ ที่ $(x+1,y)$ จะถูกตรวจหาเมื่อจุดภาพที่สน

ใจเลื่อนไปทางขวา 1 จุดภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพ (x,y) กับ จุดภาพ $(x-1,y+1)$ $(x,y+1)$ และ $(x+1,y+1)$ จะถูกตรวจหาตอนการทำงานเลื่อนไปที่บรรทัดถัดไป การทำงานทั้งหมดนี้จะเห็นได้ว่าโปรแกรมจะทำงานบนภาพทีละ 2 บรรทัด ทำให้ประหยัดหน่วยความจำในการทำงาน



รูปที่ 5-2 eight-connected region

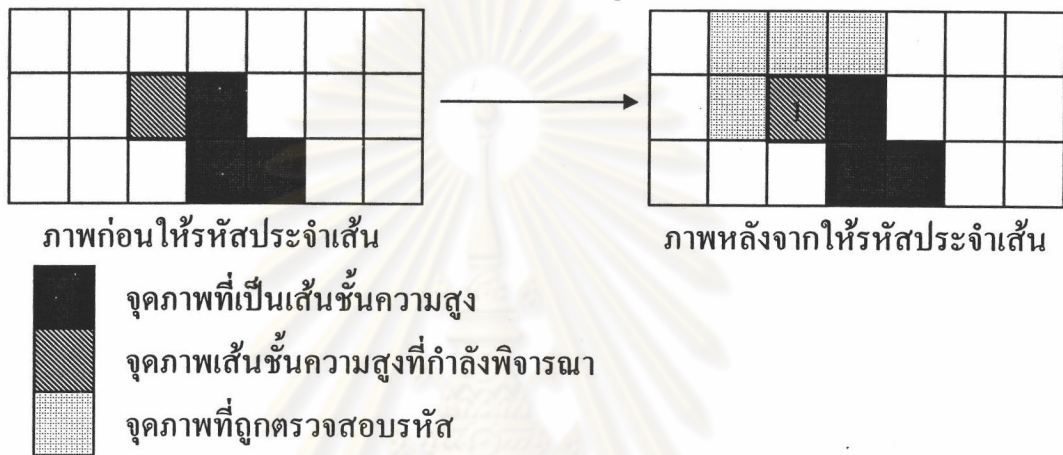


รูปที่ 5-3 แสดงตำแหน่งจุดภาพ ที่ถูกตรวจสอบ

การให้รหัสประจำเส้นชั้นความสูง

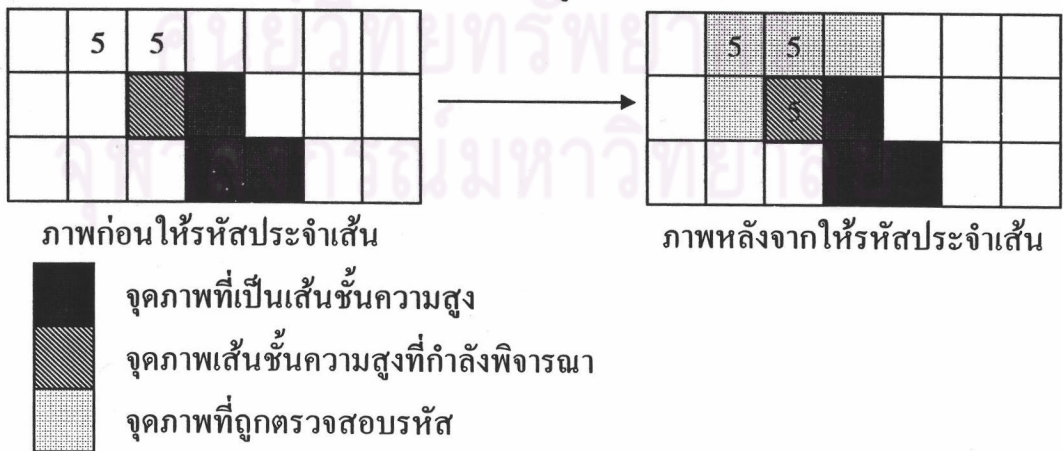
การให้รหัสประจำเส้นชั้นความสูง หลังจากหาความต่อเนื่องของเส้นชั้นความสูงได้ จากนั้นก็จะทำการให้รหัสประจำเส้นชั้นความสูง โดยการให้รหัสประจำเส้นชั้นความสูงนี้จะมีเงื่อนไขการให้ดังต่อไปนี้

1. จุดภาพข้างเคียงที่ตรวจหาไม่พบจุดภาพที่เป็นเส้นชั้นความสูงเลย จุดภาพนั้นก็จะถูกให้รหัสประจำเส้นใหม่ ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 5-4



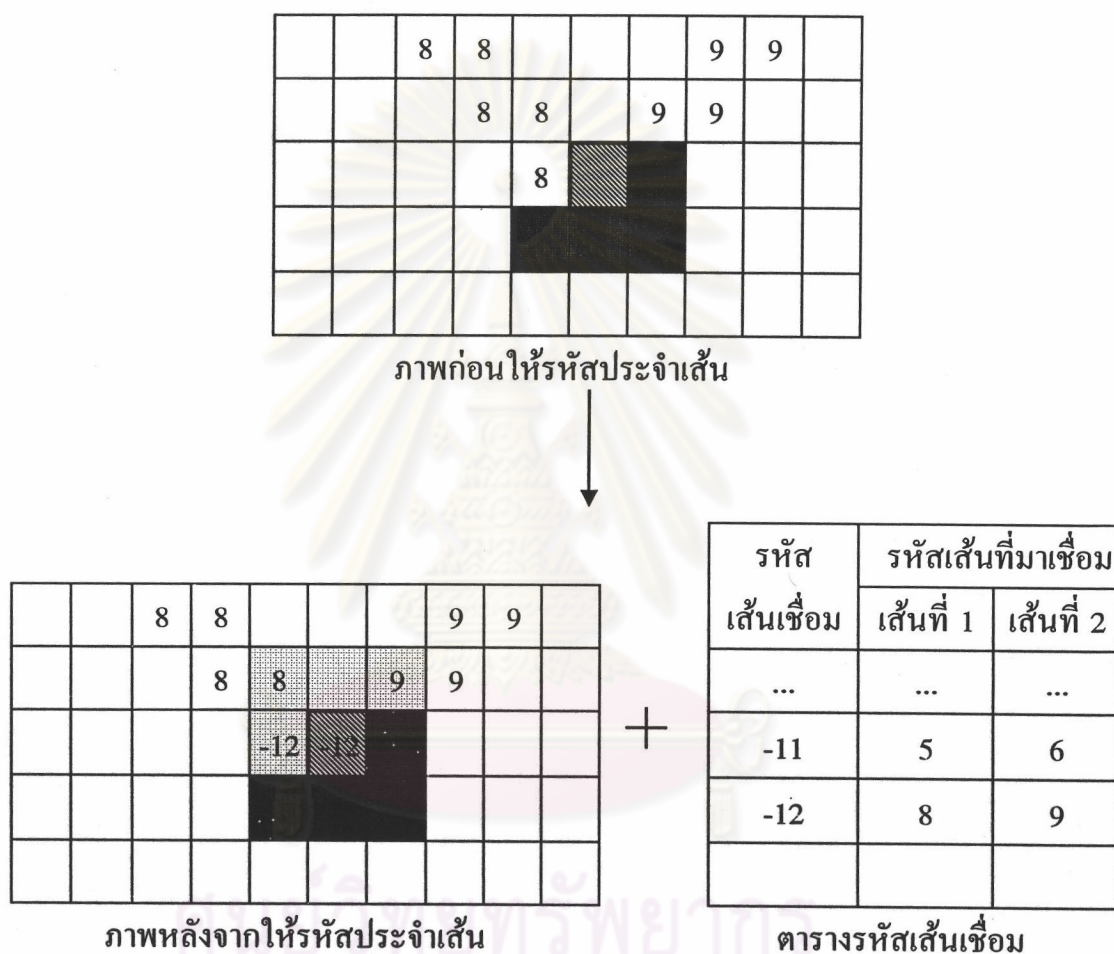
รูปที่ 5-4 แสดงการให้รหัสสำหรับเงื่อนไขข้อ 1. เป็นรหัสเส้นใหม่

2. จุดภาพข้างเคียงที่ถูกตรวจหามีจุดภาพที่เป็นเส้นชั้นความสูง และมีรหัสประจำเส้นชั้นความสูง โดยที่ค่ารหัสที่ตรวจพบเป็นเพียงหนึ่งรหัส จุดภาพที่พิจารณานั้นก็จะถูกให้รหัสเป็นรหัสประจำเส้นที่ตรวจพบ ดังรูปที่ 5-5



รูปที่ 5-5 แสดงการให้รหัสสำหรับเงื่อนไขข้อ 2.

3. จุดภาพข้างเคียงที่ถูกตรวจหา มีจุดภาพที่เป็นเส้นชั้นความสูงมากกว่า 1 จุดภาพและมีรหัสประจำเส้น 2 รหัส การให้ค่าความสูงนี้จะเป็นรหัสของเส้นเชื่อม โดยรหัสจะติดลบนี้จะถูกใช้กับทุกจุดภาพของเส้นชั้นความสูงที่ติดกันในบรรทัดที่พิจารณา และรหัสติดลบนี้จะมีตารางแสดงความสัมพันธ์ของเส้นที่เชื่อม ดังตัวอย่างในรูปที่ 5-6



จุดภาพที่เป็นเส้นชั้นความสูง

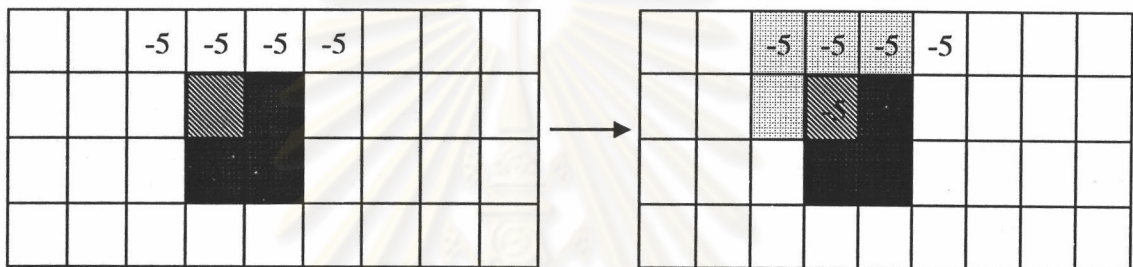
จุดภาพเส้นชั้นความสูงที่กำลังพิจารณา

จุดภาพที่ถูกตรวจสอบรหัส

รูปที่ 5-6 แสดงการให้รหัสสำหรับเงื่อนไขข้อ 3.

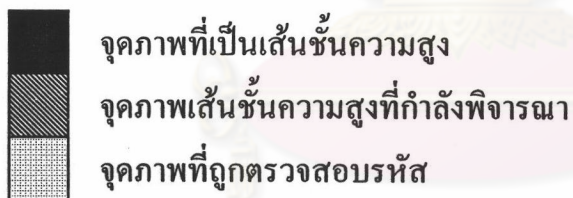
4. จุดภาพข้างเคียงที่ถูกตรวจหา มีจุดภาพที่เป็นเส้นชั้นความสูงและมีรหัสประจำเส้นที่ตรวจพบเพียง 1 รหัส และเป็นรหัสติดลบ แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

4.1 มีเส้นชั้นความสูงเพียงหนึ่งเส้นที่ต่อลงมา ให้จุดภาพที่พิจารณานั้นใช้รหัสติดลบที่พบต่อไป ดังรูปที่ 5-7



ภาพก่อนให้รหัสประจำเส้น

ภาพหลังจากให้รหัสประจำเส้น



รูปที่ 5-7 แสดงการให้รหัสสำหรับเงื่อนไขข้อ 4.1

4.2 มีเส้นชั้นความสูงต่อลงมา 2 เส้น ให้ใช้รหัสใหม่ทั้ง 2 เส้น และเพิ่มตารางเส้นเชื่อมอีก 1 บรรทัด โดยใส่รหัสใหม่ที่เส้น 1 และเส้น 2 ในตารางดังรูปที่ 5-8 เส้นชั้นความสูงรหัส -12 มีเส้นชั้นความสูงต่อลงมาจำนวน 2 เส้น เส้นที่ 1 ที่พบจะถูกให้รหัสประจำเส้นเป็น 8 และ เส้นที่ 2 ที่พบจะถูกให้รหัสประจำเส้นเป็น 9 จากนั้นจะเพิ่มข้อมูลในตารางเส้นเชื่อมเป็นบรรทัดที่ 15 จึงได้รหัสเส้นเชื่อมเป็น -15 เส้นที่มาเชื่อมเส้นที่ 1 เป็นรหัส 8 และ เส้นที่มาเชื่อมเส้นที่ 1 เป็นรหัส 9

		8	8				9	9	
			8	8		9	9		
				-12	-12	-12			
				-12	-12	-12			

ภาพก่อนให้รหัสประจำเส้น

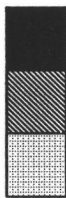


		8	8				9	9	
			8	8		9	9		
				-12	-12	-12			
				-12	-12	-12			

+

รหัส เส้นเชื่อม	รหัสเส้นที่มาเชื่อม	
	เส้นที่ 1	เส้นที่ 2
...
-11	5	6
-12	8	9
...
-15	18	19

ภาพหลังจากให้รหัสประจำเส้น



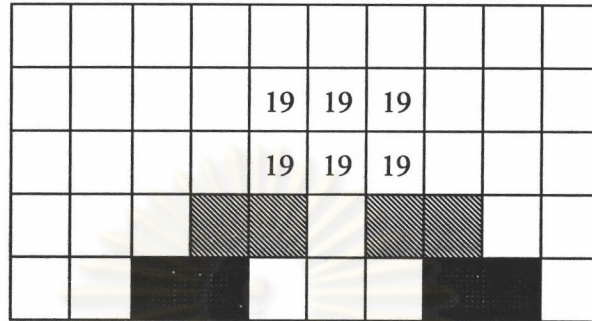
- จุดภาพที่เป็นเส้นชั้นความสูง
- จุดภาพเส้นชั้นความสูงที่กำลังพิจารณา
- จุดภาพที่ถูกตรวจสอบรหัส

ตารางรหัสเส้นเชื่อม

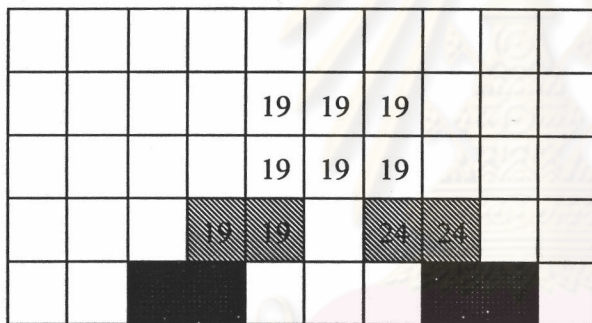
รูปที่ 5-8 แสดงการให้รหัสสำหรับเงื่อนไขข้อ 4.2

5. จุดภาพข้างเคียงที่ถูกตรวจหา มีจุดภาพที่เป็นเส้นชั้นความสูงและมีรหัสประจำเส้นที่ตรวจพบเพียง 1 รหัส และเป็นรหัสไม่ติดลบ แต่มีเส้นชั้นความสูงต่อลงมา 2 เส้น เส้นแรกที่ใช้รหัสเดิม เส้นที่สองใช้รหัสใหม่ และ เพิ่มตารางเส้นเชื่อมอีก 1 บรรทัด โดยใช้รหัสเส้น 1 และเส้น 2 ในตารางดังรูปที่ 5-9 คือ จุดภาพเดิมที่ตรวจพบมีรหัสประจำเส้นเป็น 19 และมีเส้นชั้นความสูงต่อลงมาจำนวน 2 เส้น เส้นแรกจะได้รหัสประจำเส้นเป็น

19 เส้นที่สองจะได้รหัสประจำเส้นเป็น 24 จากนั้นจะทำการเพิ่มตารางรหัสเส้นเชื่อมเป็นบรรทัดที่ 20 จึงได้รหัสเส้นเชื่อมเป็น -20 เส้นที่มาเชื่อมเส้นที่ 1 มีรหัสเป็น 19 และ เส้นที่มาเชื่อมเส้นที่ 2 มีรหัสเป็น 24



ภาพก่อนให้รหัสประจำเส้น



ภาพหลังจากให้รหัสประจำเส้น

รหัส เส้นเชื่อม	รหัสเส้น ที่มาเชื่อม	
	เส้นที่ 1	เส้นที่ 2
...
-20	19	24

ตารางรหัสเส้นเชื่อม



- จุดภาพที่เป็นเส้นชั้นความสูง
- จุดภาพเส้นชั้นความสูงที่กำลังพิจารณา
- จุดภาพที่ถูกตรวจสอบรหัส

รูปที่ 5-9 แสดงการให้รหัสสำหรับเงื่อนไขข้อ 5

ในระหว่างการทำงานทั้งหมดนี้ จะมีการสร้างตารางดัชนี 2 ตาราง โดยตารางแรก เก็บรายละเอียดแต่ละรหัสประจำเส้นชั้นความสูง ตารางที่สองจะเก็บข้อมูลการเชื่อมกันของเส้นชั้นความสูงที่ตรวจพบ ดังปรากฏในรูปที่ 5-10

ตารางที่ 1 ตารางรหัสประจำเส้นชั้นความสูง ประกอบด้วย เลขที่รหัส เลขที่รหัสที่ถูกแก้ไข(ในการสร้างตารางครั้งแรก รหัสแก้ไขจะเป็นเลขเดียวกับเลขที่รหัส หลังจาก

นั้นรหัสแก้ไขจะถูกเปลี่ยนเมื่อมีการเชื่อมกันของเส้นชั้นความสูง โดยถูกเปลี่ยนเป็นรหัสที่จะเป็นดัชนีไปยังตารางเส้นเชื่อม) และ ค่าความสูง

ตารางที่ 2 ตารางรหัสเส้นเชื่อม ประกอบด้วย เลขที่รหัสเชื่อม รหัสเส้นเชื่อม ที่ 1 รหัสเส้นเชื่อมที่ 2 และ ค่าความสูง โดยรหัสประจำเส้นที่จะใช้ข้อมูลในตารางรหัสเส้นเชื่อมนี้คือ รหัสที่มีเครื่องหมายลบนำหน้า

	1	1	1				2	2				3	3				
		1	1	1				2	2				3	3			
			1	1					2	2			3	3			4
		1	1	1						-1	-1	-1				4	4
	1	1	1			5	5	5			-1	-1	-1			4	4
1	1				5	5		6	6	7			8	8		4	4
				5	5			6	6	7			8	8		4	4
			5	5			6	6		7			8	8		4	4
			5	5			6	6		7							

ภาพแสดงการให้รหัสประจำเส้นชั้นความสูง

รหัส	รหัสแก้ไข	ความสูง
1	1	-999
2	-1	-999
3	-1	-999
4	4	-999
5	-2	-999
6	-2	-999
7	-3	-999
8	-3	-999

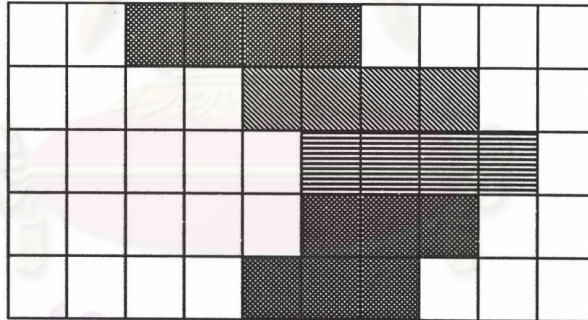
ตารางที่ 1 ตารางรหัสประจำเส้น

รหัสเชื่อม	เส้น 1	เส้น 2	ความสูง
-1	2	3	-999
-2	5	6	-999
-3	7	8	-999

ตารางที่ 2 ตารางรหัสเส้นเชื่อม

รูปที่ 5-10 แสดงการให้รหัสประจำเส้นชั้นความสูง

จากหลักการที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น การทำงานจะทำการตรวจทีละ 1 จุดภาพ จนหมดภาพ ทำให้ต้องใช้เวลาในการทำงานมาก และจะมากตามขนาดของภาพ เพื่อลดเวลาในการทำงาน โดยยังคงหลักการเดิม ในงานวิจัยนี้ จะสนใจจุดของจุดภาพ แทน 1 จุดภาพ และทำงานจะทำทีละ 2 บรรทัด ในแต่ละบรรทัดเราจะทำจากซ้ายโดยหา จุดภาพเริ่มของเส้นชั้นความสูงในบรรทัดที่ 1 ให้เป็น F1 และจุดสิ้นสุดของเส้นชั้นความสูง เส้นดังกล่าวเป็น E1 และในบรรทัดที่ 2 ก็เช่นกัน จะได้ F2 และ E2 ตามลำดับ ในบรรทัดที่ 1 ข้อมูลที่น้อยกว่า F1 หรือมากกว่า E1 จะเป็นพื้นที่ของแผนที่เส้นชั้นความสูง ส่วนข้อมูลในระหว่าง F1 กับ E1 จะเป็นส่วนของเส้นชั้นความสูง ในบรรทัดที่ 2 ก็เช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 5-11 ในการทำงานเราจะทำการเปรียบเทียบข้อมูล F1 ,E1 กับ F2, E2 จะได้ 4 คู่ คือ F1 กับ F2 , F1 กับ E2 , E1 กับ F2 และ E1 กับ E2 ให้ C1 และ C2 แทน รหัสประจำเส้นชั้นความสูงบรรทัดที่ 1 และที่ 2 ตามลำดับ รายละเอียดการเปรียบเทียบ ดูได้จาก รูปที่ 5-12 ถึง รูป 5-15 และรูปที่ 5-16 แสดงความสัมพันธ์ของแต่ละฟังก์ชันย่อยในการหาความต่อเนื่องของเส้นชั้นความสูง และการให้รหัสประจำเส้นชั้นความสูง



ภาพแสดงเส้นชั้นความสูง



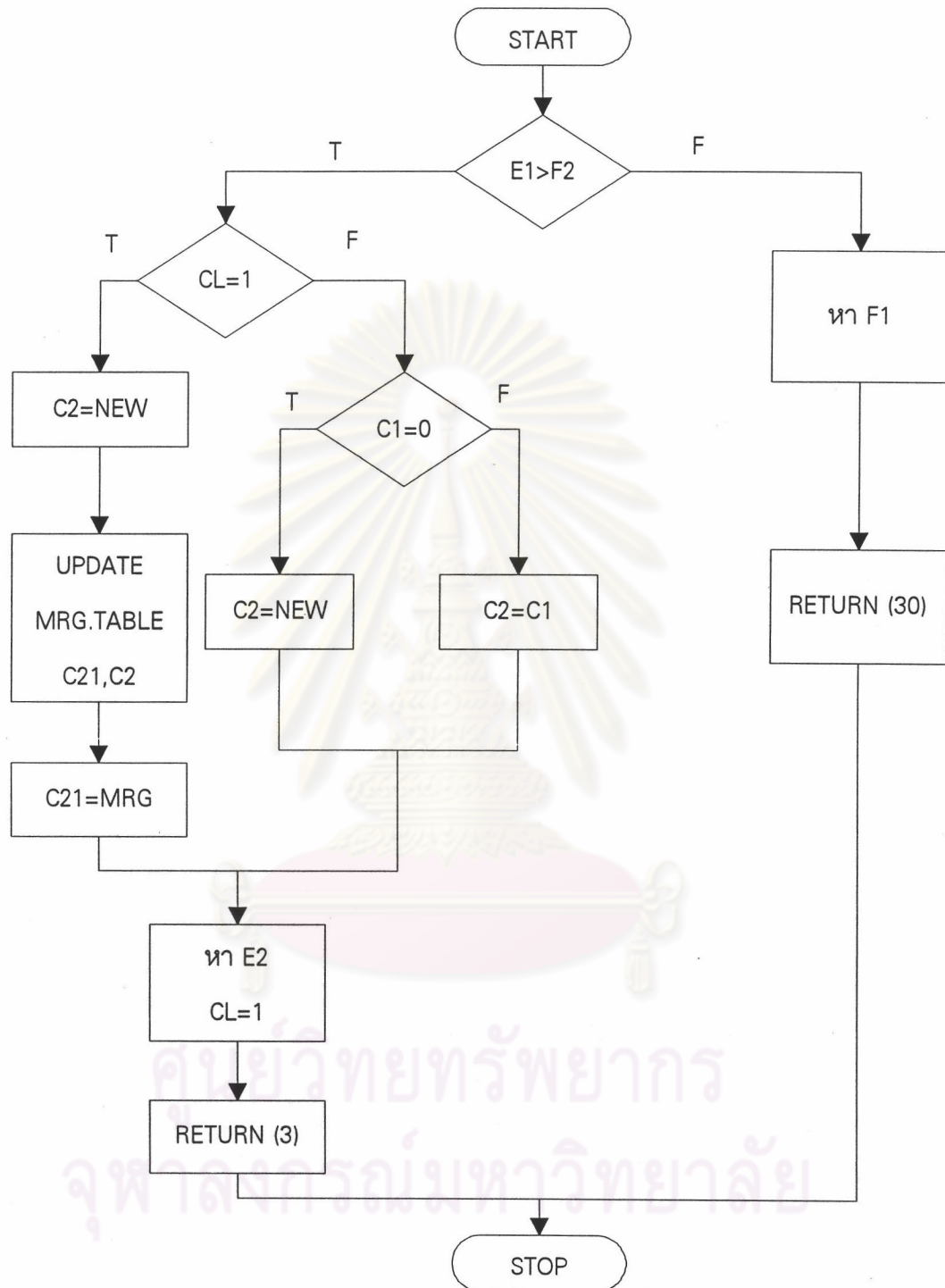
จุดภาพที่เป็นเส้นชั้นความสูง

จุดภาพที่เป็นเส้นชั้นความสูง บรรทัดที่ 1 ที่พิจารณา

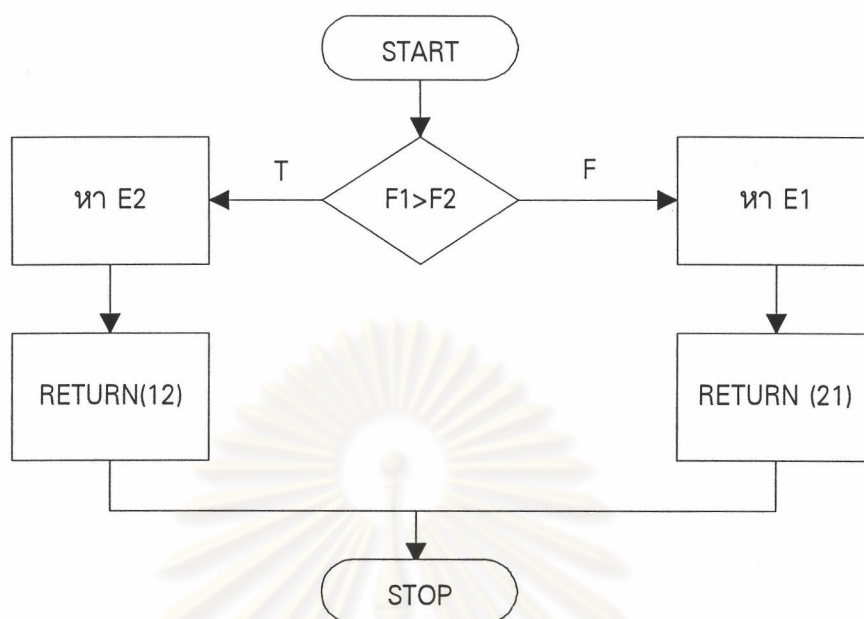
จุดภาพที่เป็นเส้นชั้นความสูง บรรทัดที่ 2 ที่พิจารณา

จากภาพเส้นชั้นความสูง จะได้ $F1=5$, $E1=9$, $F2=6$ และ $E2=10$

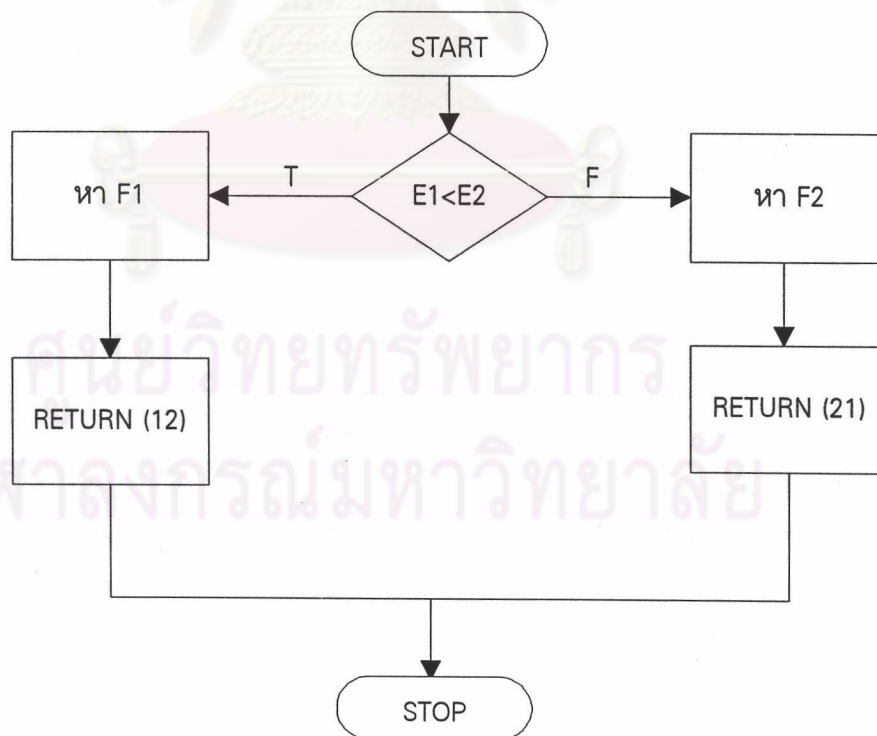
รูปที่ 5-11 แสดงการกำหนดค่า F1,E1,F2 และ E2



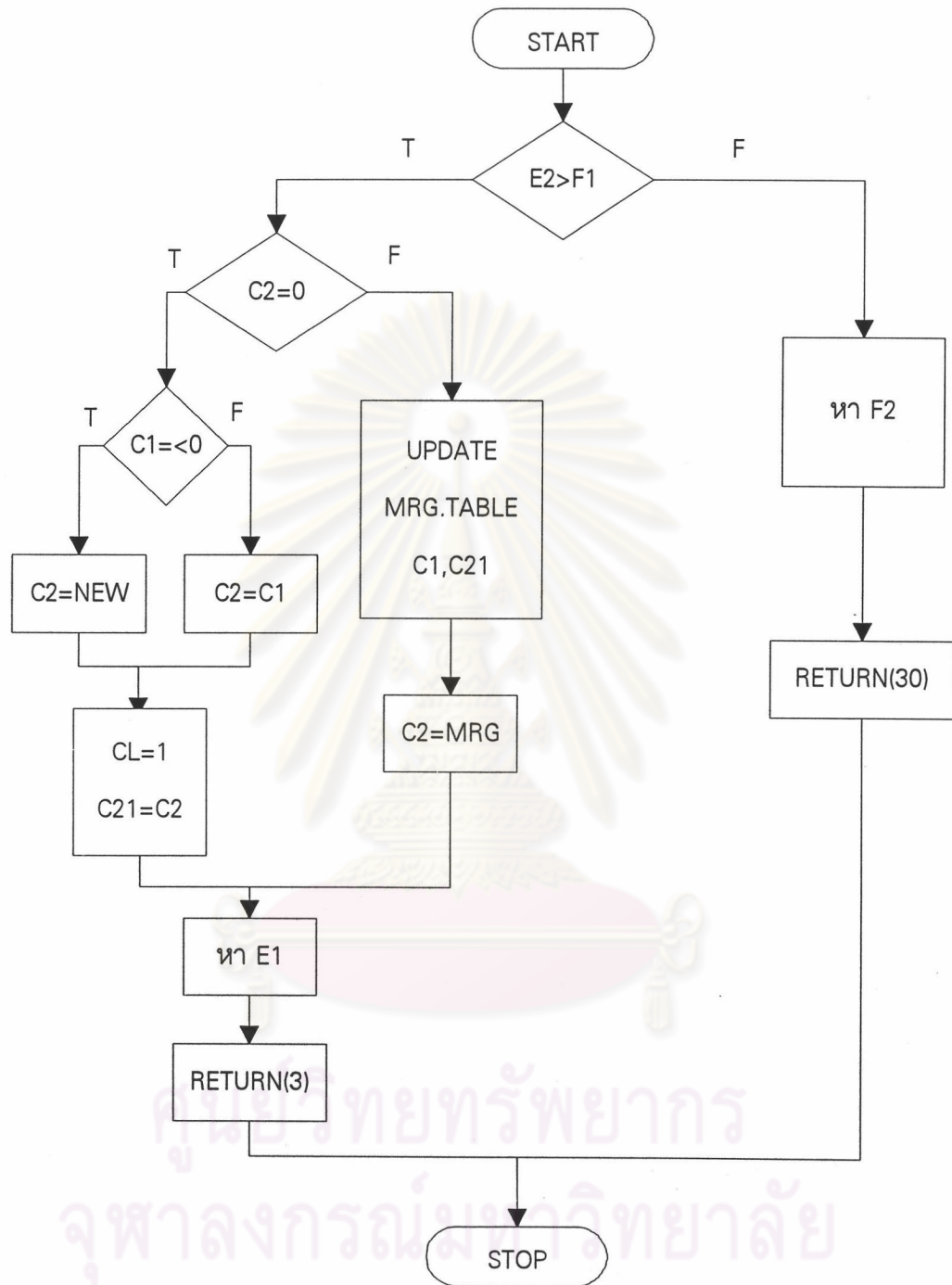
รูปที่ 5-12 ภาพแสดงผังงานการเปรียบเทียบระหว่าง จุดสิ้นสุดของเส้นชั้นความสูงบรรทัดแรก (E1) กับ จุดเริ่มต้นของเส้นชั้นความสูงบรรทัดที่สอง (F2)



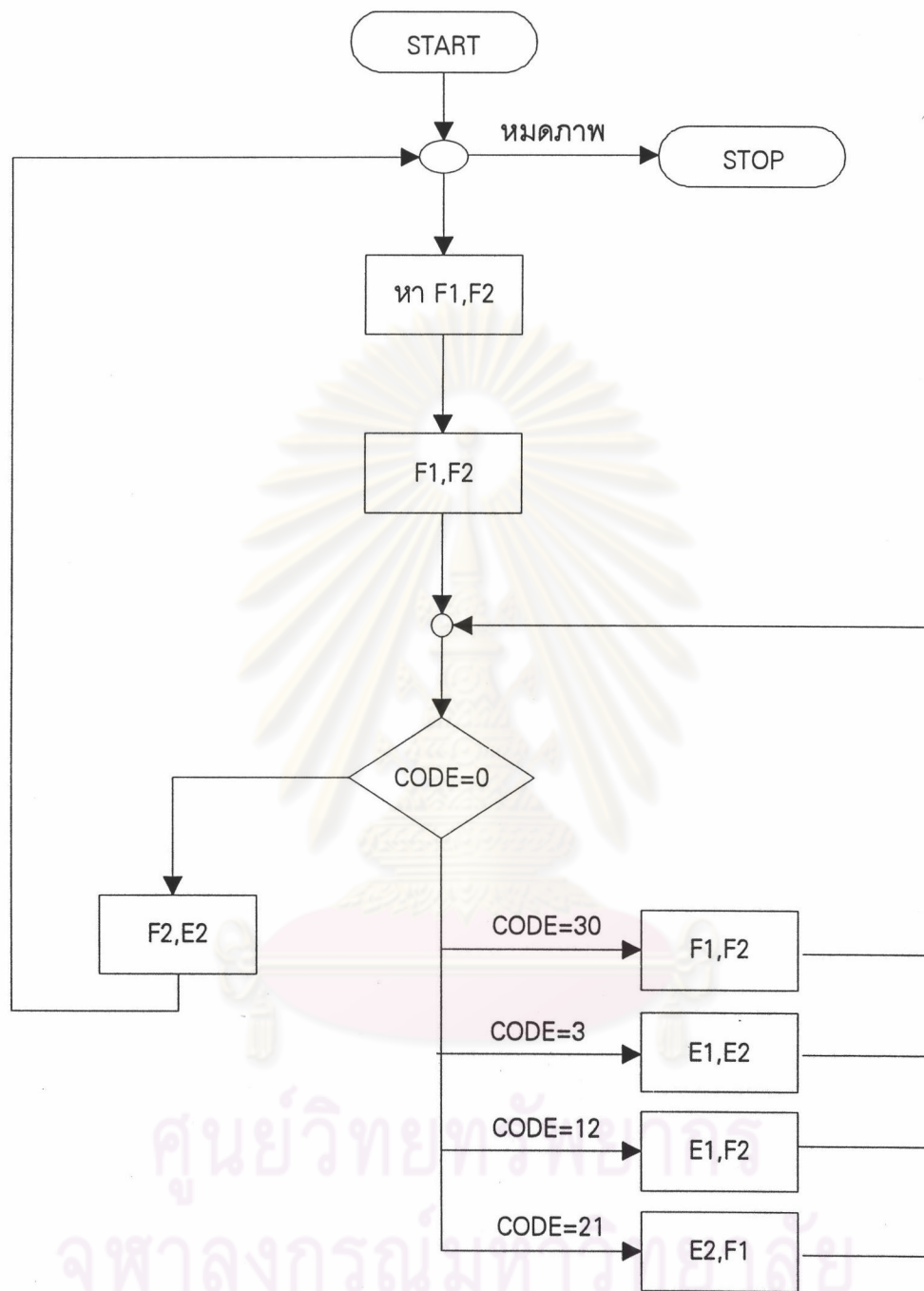
รูปที่ 5-13 ภาพแสดงผังงานการเปรียบเทียบระหว่าง จุดเริ่มต้นของเส้นชั้นความสูงบรรทัดแรก (F1) กับ จุดเริ่มต้นของเส้นชั้นความสูงบรรทัดที่สอง (F2)



รูปที่ 5-14 ภาพแสดงผังงานการเปรียบเทียบระหว่าง จุดสิ้นสุดของเส้นชั้นความสูงบรรทัดแรก (E1) กับ จุดสิ้นสุดของเส้นชั้นความสูงบรรทัดที่สอง (E2)



รูปที่ 5-15 ภาพแสดงผังงานการเปรียบเทียบระหว่าง จุดเริ่มต้นของเส้นชั้นความสูงบรรทัดแรก (F1) กับ จุดสิ้นสุดของเส้นชั้นความสูงบรรทัดที่สอง (E2)



รูปที่ 5-16 แสดงการทำงานเพื่อหาความต่อเนื่องและให้รหัสประจำเส้นชั้นความสูง

จากหลักการที่กล่าวมาทั้งหมดในบทที่ 3 และ บทที่ 4 เป็นการทำงานในส่วนที่ 1 ของวิทยานิพนธ์ ซึ่งเมื่อได้นำมาพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้ว ในการทำงานของโปรแกรม จะต้องป้อนข้อมูล คือ ชื่อเพิ่มข้อมูลภาพ และขนาดของภาพ หลังจากนั้น โปรแกรมจะเริ่มทำงานโดยแสดงเวลาเริ่มทำงาน และเมื่อทำงานสำเร็จก็จะแสดงเวลาจบการทำงาน ดังตัวอย่างในรูป 5-17 และ รูปที่ 5-18 แสดงเพิ่มข้อมูลที่ถูกรวบรวมขึ้นเพิ่มเติม

----- P A R T I -----

```
INPUT PROJECT NAME : area2
NUMBER OF PIXELS PER LINE : 600
NUMBER OF LINES : 400
The current start time is: 7:41:34.09
The current end time is: 7:41:42.82
```

C:\THESIS>

รูปที่ 5-17 ภาพแสดงหน้าจอภาพของการทำงานในส่วนที่ 1

```
Volume in drive C is MS-DOS_6
Volume Serial Number is E7EF-1AF5
Directory of C:\THESIS
```

AREA2	ATT	7,878	09-28-96	7:41a
AREA2	BIN	240,000	08-11-96	7:08a
AREA2	CNT	800	09-28-96	7:41a
AREA2	MGR	756	09-28-96	7:44a
AREA2	OUT	7,878	09-28-96	7:41a
AREA2	TAB	716	09-28-96	7:44a
6 file(s)		258,028 bytes		
		78,086,144 bytes free		

รูปที่ 5-18 ภาพแสดงรายชื่อเพิ่มข้อมูลผลลัพธ์ในการทำงานส่วนที่ 1