บทที่ 3

การออกแบบโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลดิว

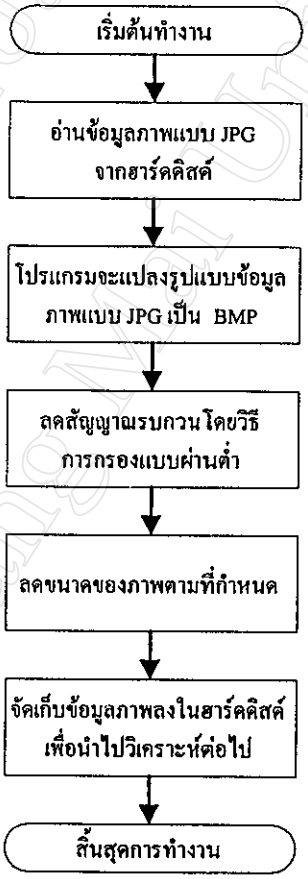
3.1 การจัดเตรียมข้อมูลภาพถนนเพื่อการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลดิว

ในการจัดหาข้อมูลภาพถนน ในงานวิจัยนี้ใช้กล้องดิจิตอลในการถ่ายภาพถนนตามเงื่อนไขที่กำหนด กล้องดิจิตอลให้ภาพสี 24 บิต ขนาด 240X320 จุดภาพ เป็นข้อมูลภาพแบบ JPEGที่มีส่วนขยายเป็น JPG ซึ่งพัฒนาโดย Joint Photographic Experts Group นำข้อมูลภาพจากกล้องมาบันทึกลงในฮาร์ดดิสก์ ดังแสดงขั้นตอนดังในรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการจัดหาข้อมูลภาพถ่ายถนน

3.2 ขั้นตอนก่อนการประมวลผลภาพ

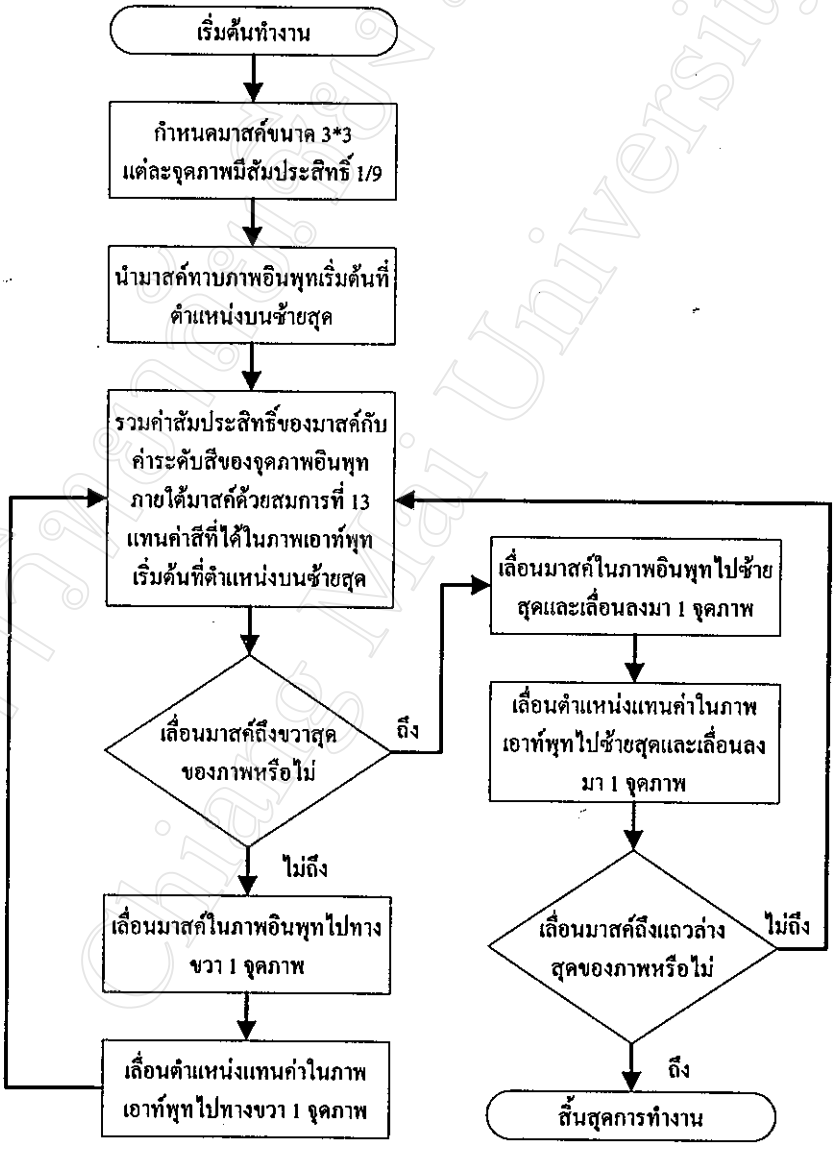
เป็นขั้นตอนการเตรียมภาพก่อนประมวลผล เพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนและมีขนาดตามที่ต้องการ ด้วยโปรแกรมที่ได้ออกแบบเพื่ออ่านข้อมูลภาพที่มีส่วนขยาย JPG จากฮาร์ดดิสค์มาแปลงรูปแบบข้อมูลภาพเป็นแบบบิตแมปซึ่งมีส่วนขยายแบบ BMP และนำข้อมูลภาพที่ได้ไปลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีการกรองแบบผ่านต่ำ และการลดขนาดของภาพเพื่อนำไปวิเคราะห์ในเรื่องของความเร็วและความถูกต้องในการประมวลผล จากนั้นบันทึกข้อมูลภาพที่ผ่านขั้นตอนก่อนการประมวลผลภาพซึ่งมีส่วนขยายเป็น BMP ลงในฮาร์ดดิสค์ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป ดังแสดงขั้นตอนก่อนการประมวลผลภาพในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนก่อนการประมวลผลภาพ

3.2.1 การลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีการกรองแบบผ่านต่ำ

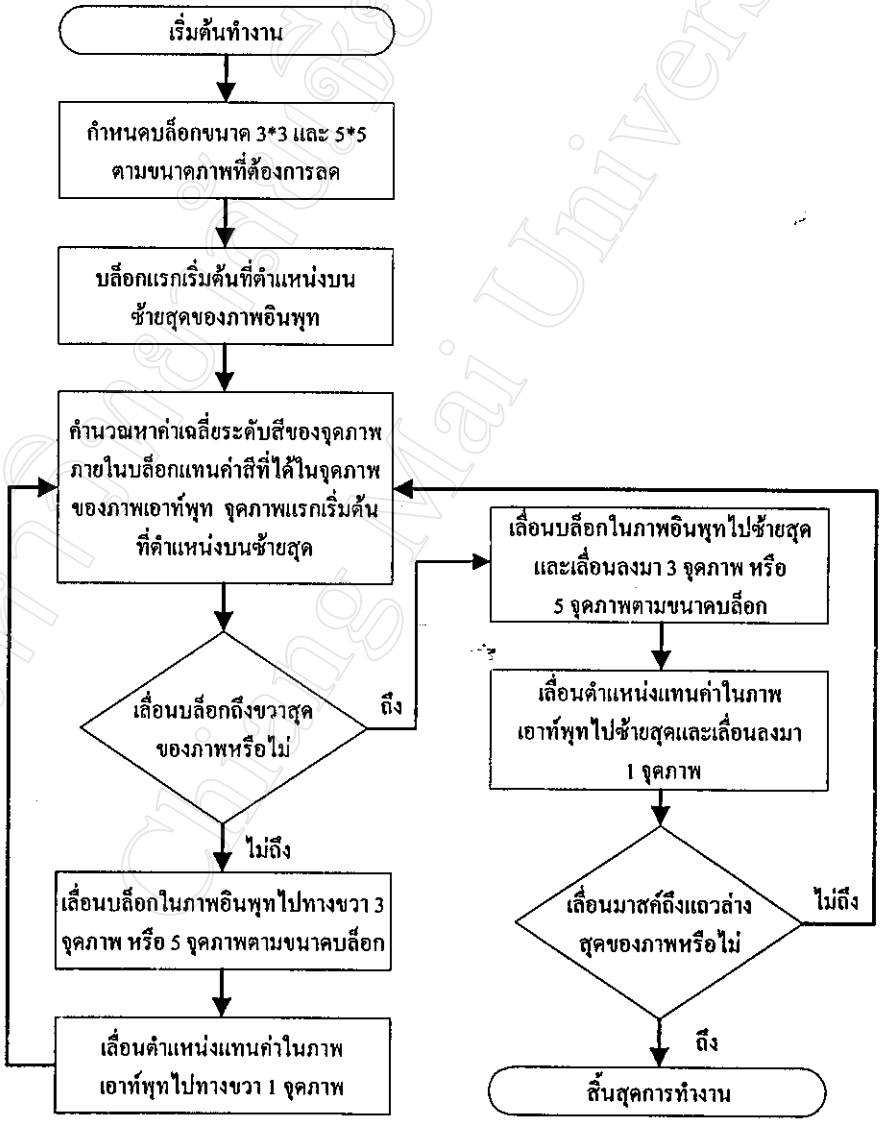
เมื่อนำข้อมูลภาพถ่ายรูปถนนจากฮาร์ดดิสก์ ซึ่งเป็นภาพสี 24 บิต ขนาด 240X320 แบบ JPG โปรแกรมจะแปลงเป็นข้อมูลภาพแบบบิตแมป ซึ่งนำไปลดสัญญาณรบกวนก่อนนำไปลดขนาดภาพต่อไป การลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีการกรองแบบผ่านต่ำมีขั้นตอนดังในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีการกรองแบบผ่านต่ำ

3.2.2 การลดขนาดของภาพ

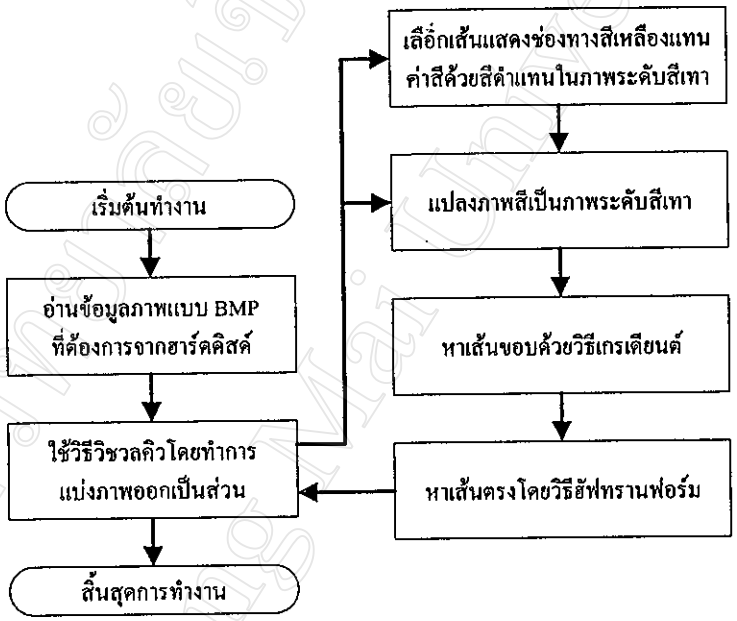
ข้อมูลภาพถ่ายรูปถนนที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีการกรองแบบผ่านต่ำ มาลดขนาดภาพก่อนที่จะนำไปประมวลผลต่อไป โดยลดขนาดภาพลงเหลือขนาด 120×160 และขนาด 80×100 เพื่อทดสอบเวลาในการประมวลผลภาพ เพราะต้องการเวลาในการประมวลผลภาพเป็นเวลาจริง (Real Time) เพราะภาพที่เล็กจะใช้เวลาในการประมวลผลที่น้อยลง การลดขนาดของภาพมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการลดขนาดภาพ

3.3 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ

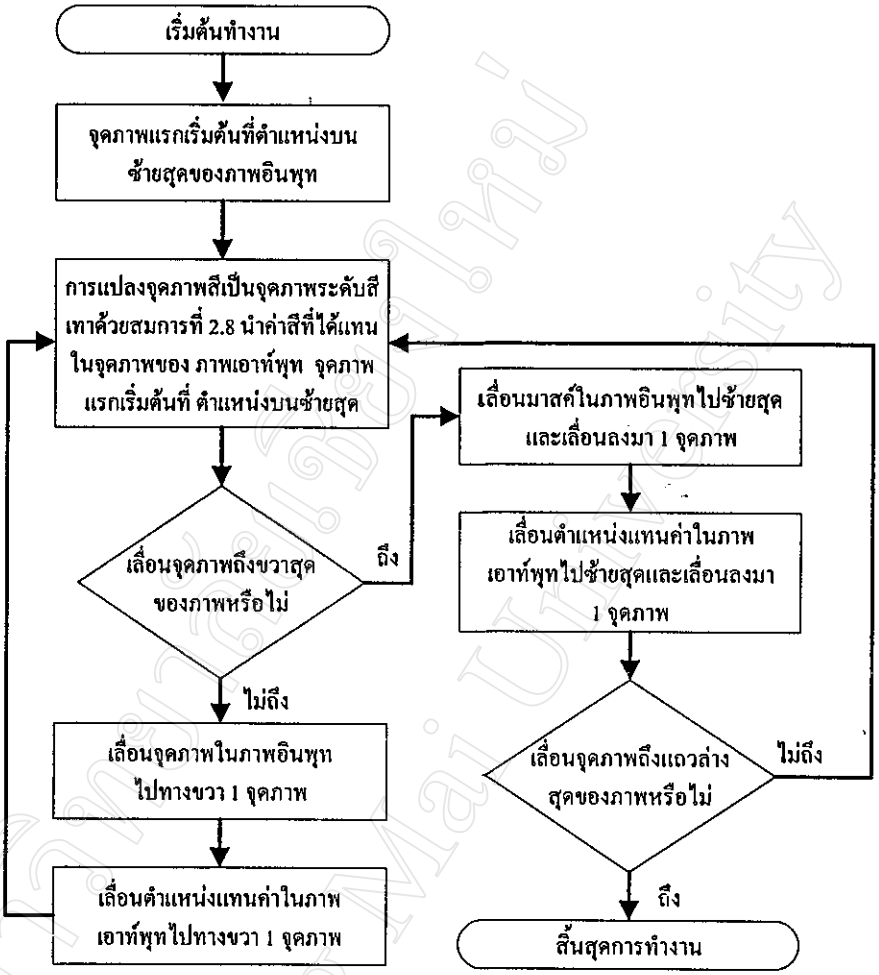
เมื่อได้ภาพที่มีความชัดเจนและมีขนาดภาพตามที่ต้องการ นำภาพมาประมวลผลภาพเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว โดยนำภาพมาแบ่งเป็นส่วนเท่าๆ กัน และนำแต่ละส่วนย่อยไปประมวลผลภาพเพื่อหาเส้นแสดงขอบทาง เมื่อได้เส้นแสดงขอบทางในแต่ละส่วนย่อย จากนั้นนำภาพแต่ละส่วนย่อยมาประกอบกันเป็นภาพที่สมบูรณ์ ในงานวิจัยนี้ได้มีการทดสอบหาค่าจำนวนส่วนย่อยว่าเท่าไรจึงจะมีความถูกต้องในการประมวลผลภาพเพื่อหาขอบทางมากที่สุด รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการประมวลผล



รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการประมวลผล

3.3.1 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา

เป็นการแปลงภาพสีให้เป็นค่าระดับสีเทา เพื่อหาระดับความสว่างในภาพ ส่วนที่มืดที่สุดแทนด้วยสีดำ ส่วนที่สว่างที่สุดแทนด้วยสีขาว และส่วนที่อยู่ระหว่างส่วนที่มืดที่สุดกับสว่างที่สุดจะแทนด้วยค่าระดับสีเทา ใช้เพื่อหาเส้นแสดงขอบทางสีขาว เนื่องจากเส้นแสดงขอบทางสีขาวมีค่าความสว่างมากกว่าส่วนอื่นๆ จึงง่ายต่อการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน เพราะกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนให้มีค่าสูง เพื่อแบ่งส่วนของเส้นแสดงขอบทางสีขาวออกจากผิวถนน เพื่อความเข้าใจแสดงด้วยขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.6



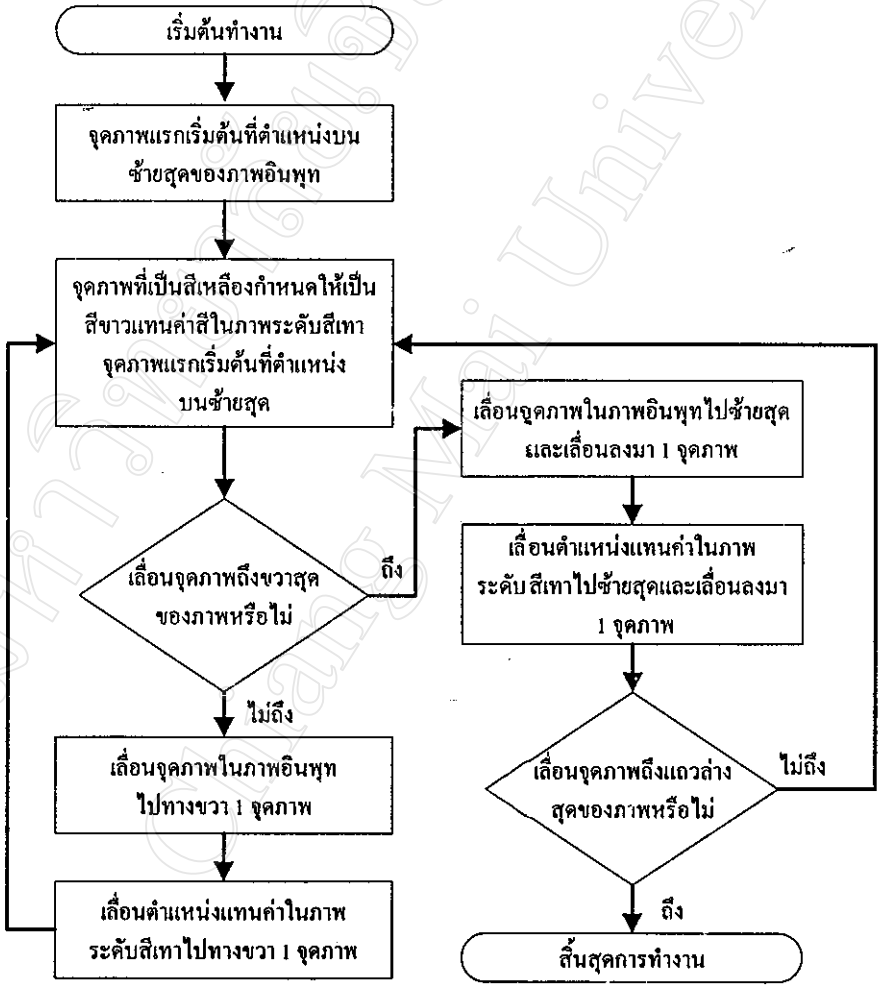
รูปที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการเปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา

อัลกอริทึมในการการแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา ดังแสดงตามตัวอย่างการเขียนโปรแกรม มีการกำหนดตัวแปรค่าต่างๆ ตัวแปร x และ y เป็นตัวแปรที่กำหนดตำแหน่งจุดภาพ โดยเริ่มต้นที่ตำแหน่งมุมบนซ้าย ด้วยการกำหนดค่า x และ y มีค่าเป็น 0 เริ่มเปลี่ยนค่าสีของจุดภาพที่กำหนดเป็นค่าสีแบบ RGB ซึ่งแสดงในเลขฐาน 16 แปลงค่าตัวเลขฐาน 16 เป็นตัวอักษร เพื่อหาค่าเลขฐาน 16 ที่แสดงค่าสีแดง, สีเขียว และสีฟ้า แทนในสมการหาค่าระดับสีเทานำค่าที่ได้แปลงเป็นค่าสี และแทนในจุดภาพเอาท์พุท ทำไปจนครบทุกจุดภาพในภาพอินพุท

```
Procedure TForm1.GrayImage ;
Var
x, y, Color1 : integer;
msg1 :string[7];
color : tcolor;
red1, green1, blue1, red_total, green_total, blue_total, Gray, Luminance : variant;
begin
y:=0;
Repeat
     x:=0;
     Repeat
        Color1:=colortoRGB(image1.canvas.pixels[x,y]) ;
         msg1:=inttohex(Color1,6);
         bule1:='$'+msg1[1]+msg1[2];
         green1:='$'+msg1[3]+msg1[4];
         red1:='$'+msg1[5]+msg1[6];
         bule1:=strtoint(bule1);
         green1:=strtoint(green1);
         red1:=strtoint(red1);
         Luminance:=(0.30*red1)+(0.59*green1)+(0.11*blue1);
         Gray:=int(Luminance);
         color := RGB(Gray, Gray, Gray);
         image2.Canvas.Pixels[x,y]:=color;
         x:=x+1;
     until x>image1.Picture.width;
    y:=y+1;
until y>image1.Picture.Height;
end;
```

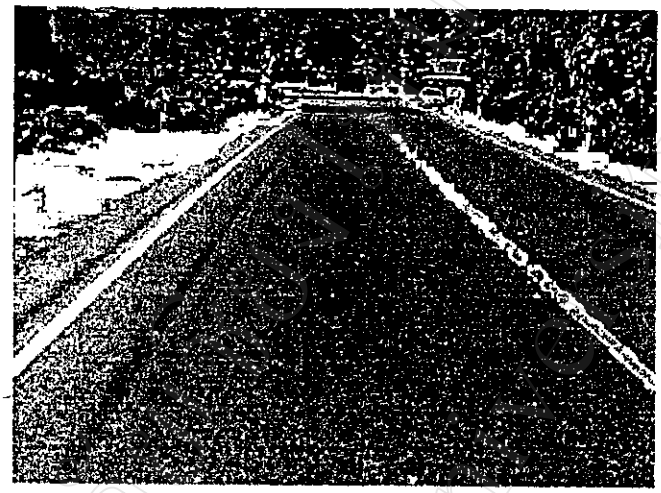
3.3.2 การหาค่าสีสัน

ใช้ในการหาเส้นขอบทางสีเหลืองจากผิวถนน เพราะค่าสีเหลืองเมื่อแปลงเป็นภาพระดับสีเทา สีเหลืองจะเป็นค่าระดับสีเทา ซึ่งมีได้หลายค่าตามแต่ค่าสีเหลืองที่ได้จากภาพเพราะเส้นแบ่งขอบทางสีเหลืองในภาพถ่ายจะเปลี่ยนไปตามค่าของแสงที่เปลี่ยนแปลง จึงทำให้ยากแก่การแยกแยะ จึงจำเป็นต้องใช้คุณสมบัติของสีโดยกำหนดช่วงของสีเหลืองแทน เพราะสะดวกในการหาเส้นแบ่งขอบทางสีเหลือง โดยแทนจุดสีเหลืองด้วยสีขาวลงในภาพระดับสีเทา ดังแสดงขั้นตอนในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงขั้นตอนการหาค่าสีสัน

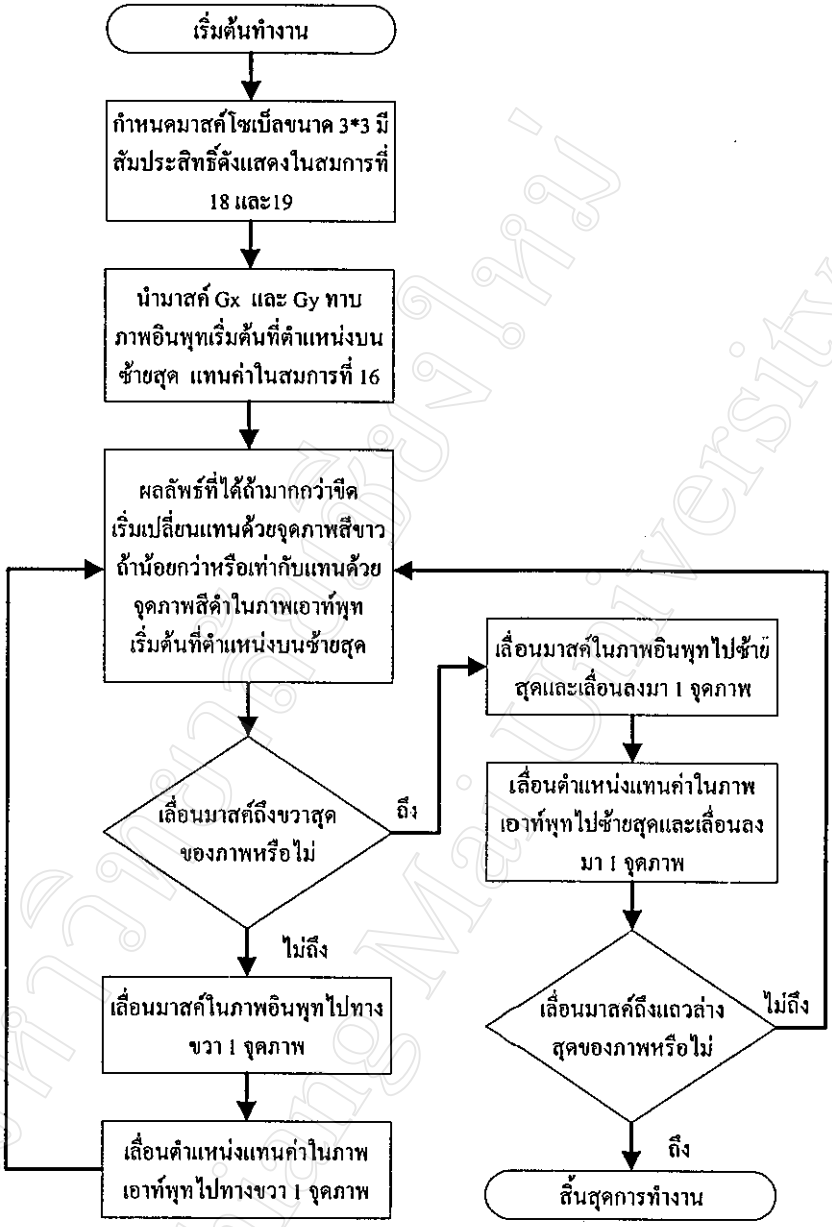
จากขั้นตอนการหาสีสันในรูปที่ 3.7 เส้นขอบทางกลางถนนมีสีเหลือง จะถูกแทนด้วยจุดภาพสีขาว ดังแสดงผลลัพธ์ในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงผลลัพธ์ของการใช้การหาค่าสีสัน

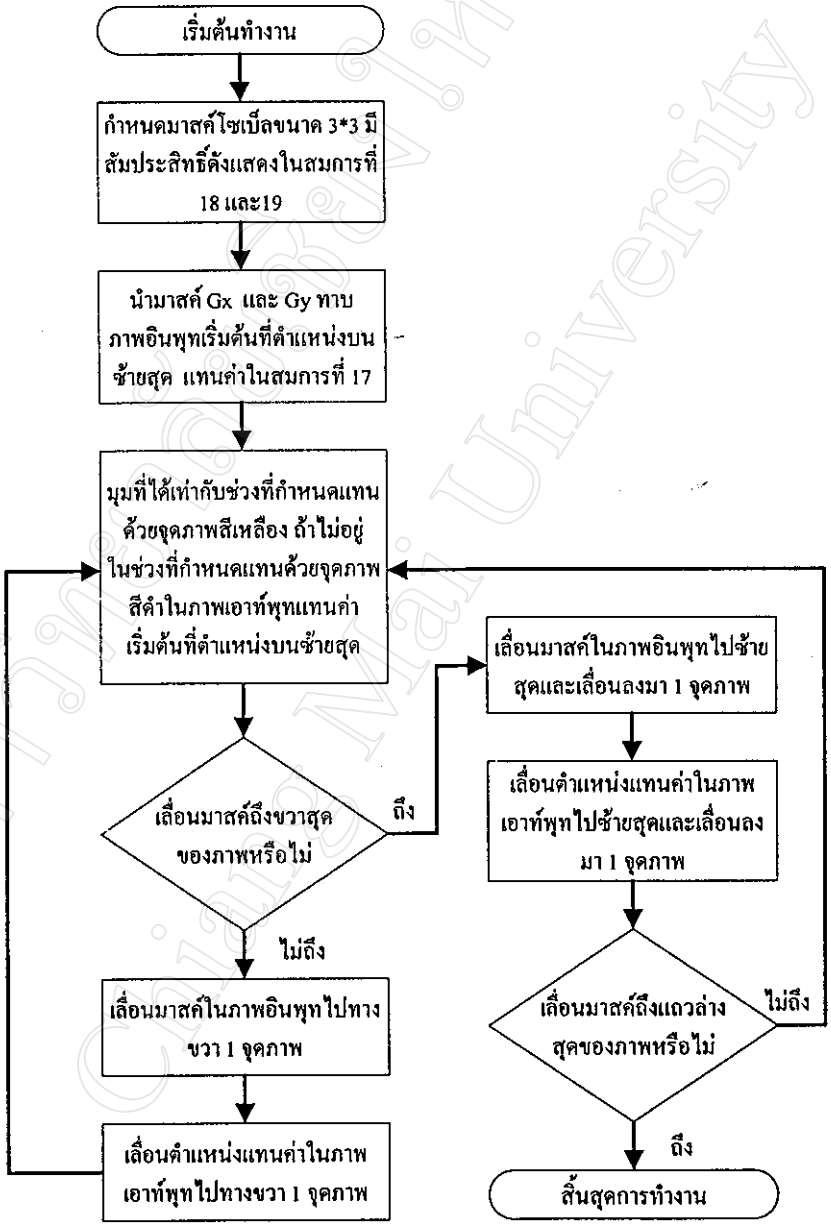
3.3.3 การหาขอบด้วยวิธีการเกรเดียนต์

เมื่อได้ภาพที่แสดงเส้นแบ่งขอบทางสีเหลืองด้วยสีดำในภาพระดับสีเทา นำภาพมาหาขอบด้วยวิธีการเกรเดียนต์ขนาด เพื่อหาขอบเส้นแบ่งขอบทาง ในขั้นตอนนี้ต้องกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสม เพราะถ้ากำหนดค่าขีดเริ่มมีค่าต่ำเกินไปจะได้เส้นขอบจำนวนมากมาย ทำให้ยากแก่การหาเส้นขอบของเส้นแบ่งขอบทางถนน ค่าที่เหมาะสมได้มาจากการทดลองกับภาพจำนวนมากแล้วส่วนใหญ่ได้ผลที่ถูกต้อง แสดงขั้นตอนในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงขั้นตอนการเกรเดียนต์ขนาด

เมื่อภาพผ่านการเกรเดียนต์ขนาดจะมีจำนวนเส้นขอบจำนวนมาก และได้เส้นขอบที่หนา จึงนำภาพมาเกรเดียนต์ทิศทาง แสดงขั้นตอนในรูปที่ 3.10

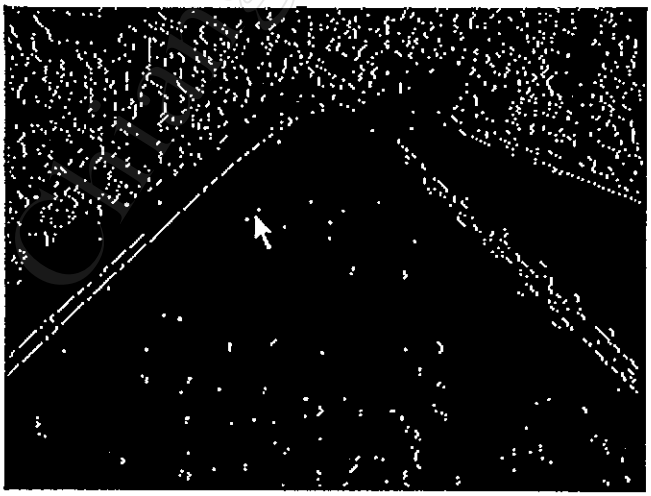


รูปที่ 3.10 แสดงขั้นตอนการเกรเดียนต์ทิศทาง

จากขั้นตอนการเกรเดียนต์ขนาดในรูปที่ 3.9 ใช้หาขอบภาพกับรูปที่ 3.8 ปรากฏเส้นขอบจำนวนมากดังแสดงในรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 แสดงผลการเกรเดียนต์ขนาดกับรูปที่ 21

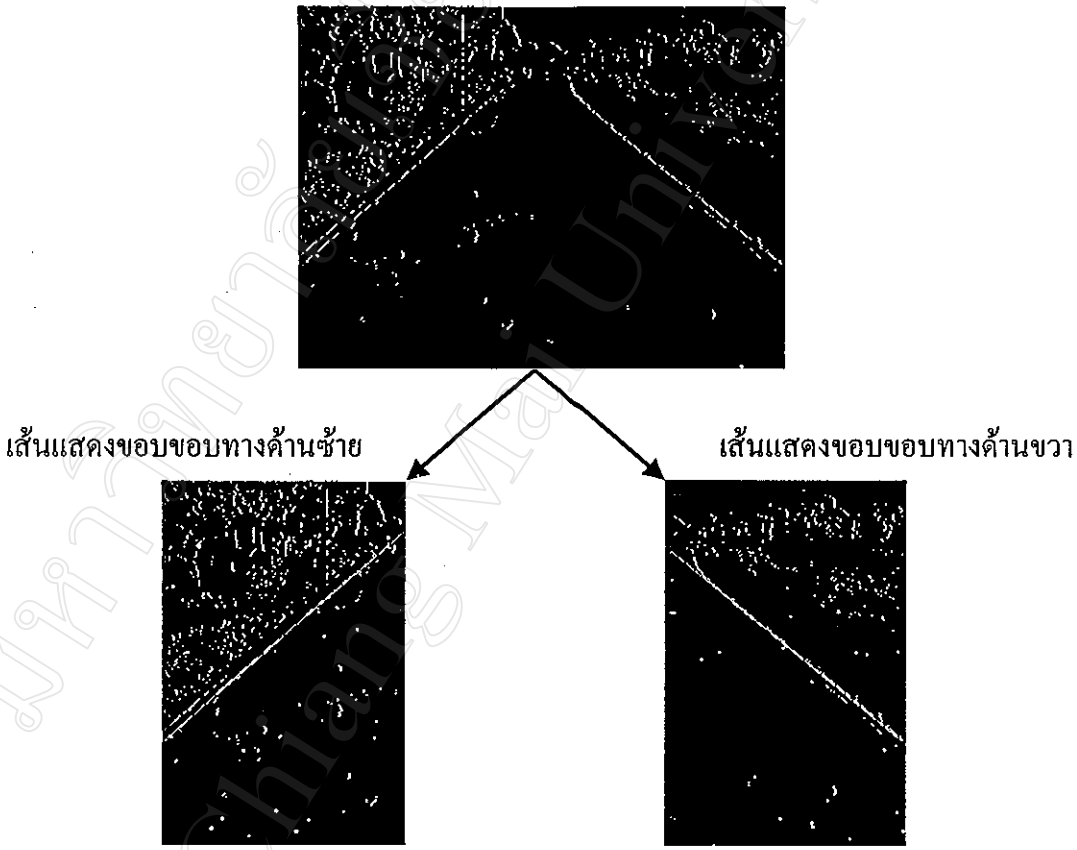
จากรูปที่ 3.11 จะปรากฏเส้นขอบจำนวนมากและมีเส้นที่หนา ดังนั้นใช้ขั้นตอนการเกรเดียนต์ทิศทางที่แสดงในรูปที่ 3.10 กับภาพในรูปที่ 3.11 ดังนั้นได้ผลลัพธ์ดังที่แสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงผลการเกรเดียนต์ทิศทางกับรูปที่ 3.11

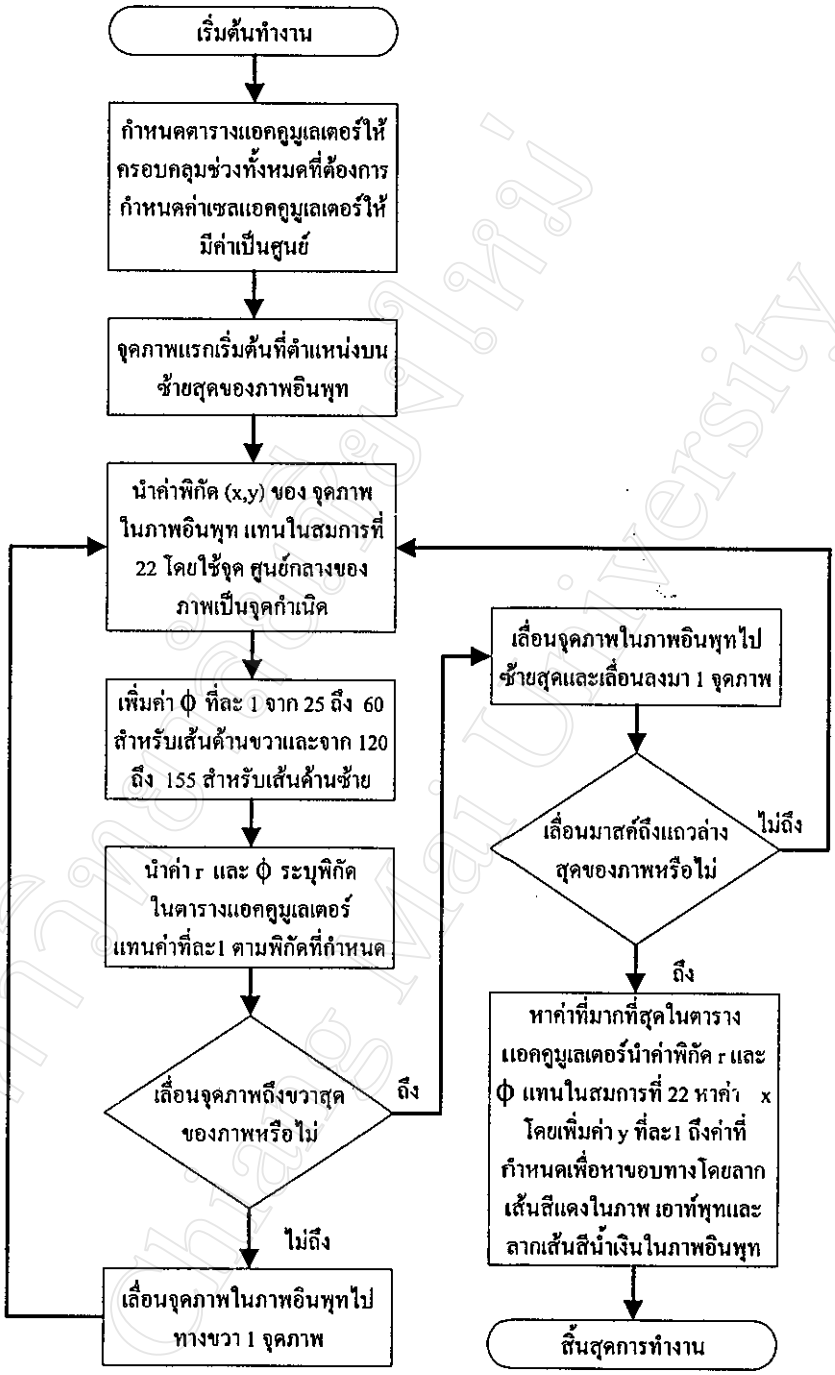
3.3.4 การหาเส้นตรงด้วยฮัฟทรานฟอร์ม

ขอบของเส้นที่แสดงขอบทางถนนประกอบด้วยเส้นทางขวาและทางซ้าย เมื่อได้ภาพที่ผ่านการหาขอบด้วยเกรเดียนต์ นำภาพมาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนทางแนวตั้งและประมวลผลภาพที่ละส่วน เพราะวิธีฮัฟทรานฟอร์มใช้หาเส้นตรงที่ประกอบด้วยจุดภาพที่มากที่สุดในภาพ ดังแสดงในภาพที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การตัดภาพออกเป็นสองส่วนเพื่อวิเคราะห์

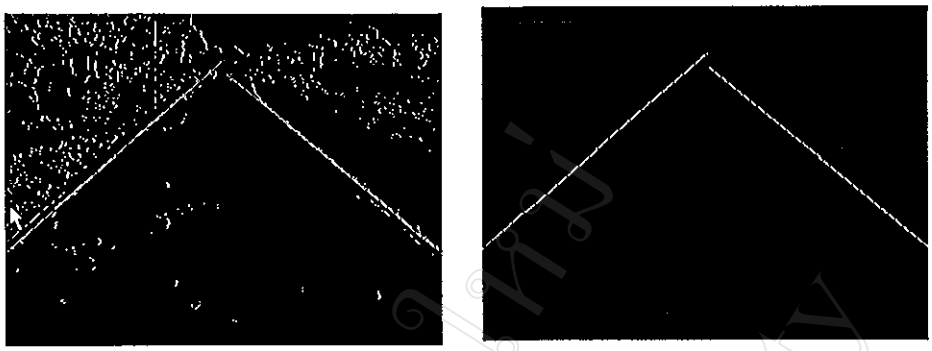
เนื่องจากขอบของเส้นที่แสดงขอบทางถนนจะมีความไม่ต่อเนื่อง เพราะขอบของเส้นที่แสดงขอบทางถนนของภาพต้นแบบมีความไม่ชัดเจน ซึ่งเกิดจากแสง เงาชนิดต่างๆที่ปรากฏบนผิวถนนเป็นต้น ดังนั้นจึงใช้วิธีฮัฟทรานฟอร์มเพื่อหาเส้นตรงที่แสดงเส้นที่แสดงขอบทางถนน แสดงขั้นตอนในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แสดงขั้นตอนการหาเส้นตรงด้วยฮัฟทรานฟอร์ม

3.3.5 การขจัดจุดภาพที่ไม่ใช่เส้นขอบทาง

เมื่อใช้ฮัฟทรานฟอร์มหาเส้นขอบทาง ในภาพจะมีจุดภาพจำนวนมากที่ไม่ใช่จุดภาพที่แสดงเส้นขอบภาพ จำเป็นต้องขจัดจุดภาพเหล่านี้ออกไปดังในรูปที่ 3.15 มีขั้นตอนดังในรูปที่ 3.16

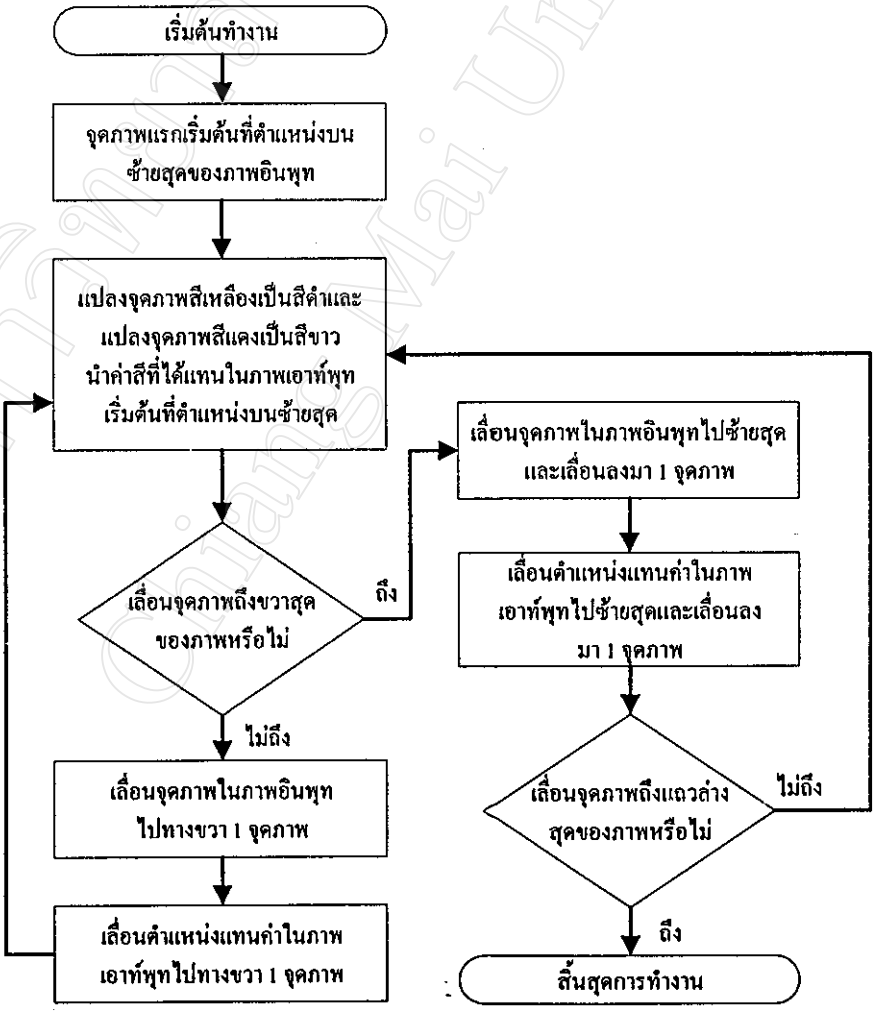


(ก) (ข)

(ก) แสดงภาพเอาท์พุทเมื่อไม่มีการขจัดจุดภาพที่ไม่ใช่เส้นขอบทาง

(ข) แสดงภาพเอาท์พุทเมื่อมีการขจัดจุดภาพที่ไม่ใช่เส้นขอบทาง

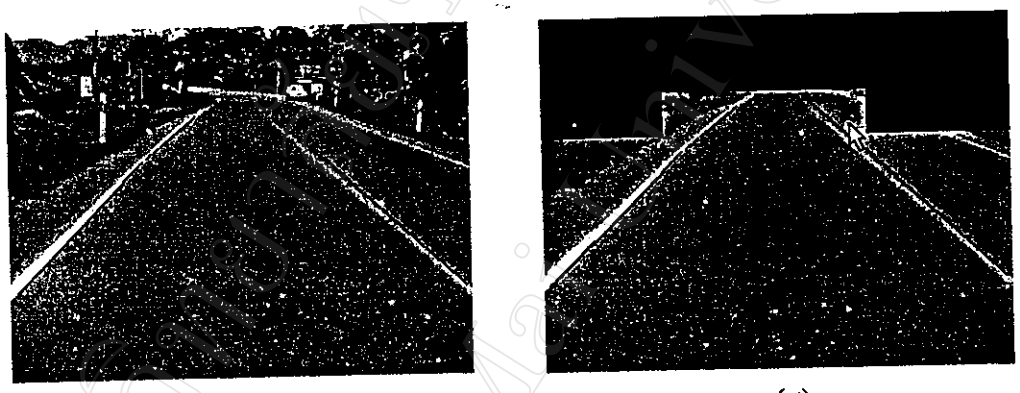
รูปที่ 3.15 แสดงผลการใช้การขจัดจุดภาพที่ไม่ใช่เส้นขอบทาง



รูปที่ 3.16 แสดงขั้นตอนการขจัดจุดภาพที่ไม่ใช่เส้นขอบทาง

3.3.6 การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ

ในการทดสอบภาพถ่ายถนน พบว่าความผิดพลาดส่วนหนึ่งเกิดจากเส้นที่แสดงขอบทางในระยะไกลระดับสายตาที่แสดงในภาพไม่มีความชัดเจน ดังนั้นในการหาขอบทางส่วนนี้มักได้จุดภาพที่แสดงเส้นขอบทางจำนวนน้อย ในขณะที่บริเวณขอบถนนมีความแตกต่างของเส้นขอบที่ชัดเจน จึงมีจำนวนจุดภาพที่แสดงเส้นขอบจำนวนมาก ฉะนั้นเมื่อหาเส้นด้วยฮัฟทรานฟอร์มก็จะเกิดความผิดพลาด เพราะจะได้เส้นที่แสดงขอบถนนแทนขอบที่แสดงขอบทาง ดังแสดงในภาพที่ 3.17 และแสดงขั้นตอนการขจัดพื้นที่บางส่วนที่ในภาพในรูปที่ 3.18

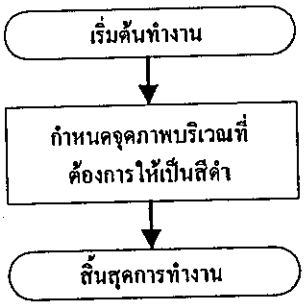


(ก) (ข)

(ก) แสดงภาพเอาท์พุทเมื่อไม่มีการขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ

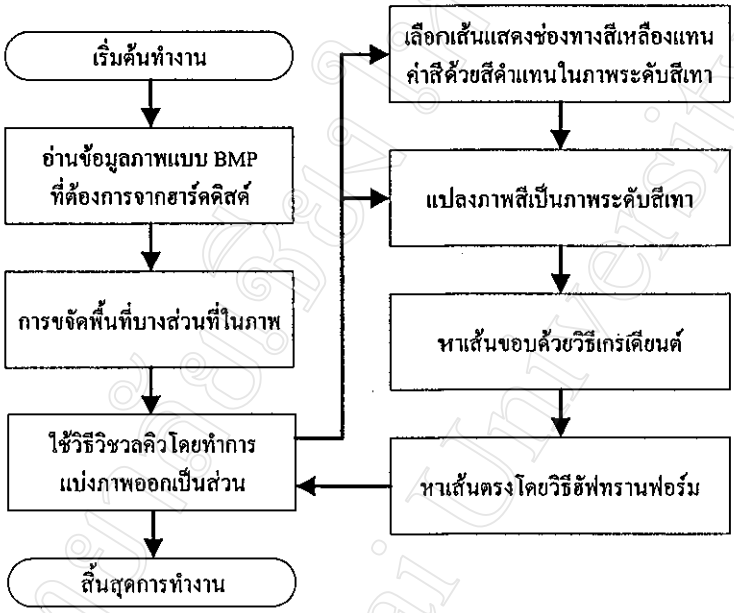
(ข) แสดงภาพเอาท์พุทเมื่อมีการขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ

รูปที่ 3.17 แสดงผลการใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ



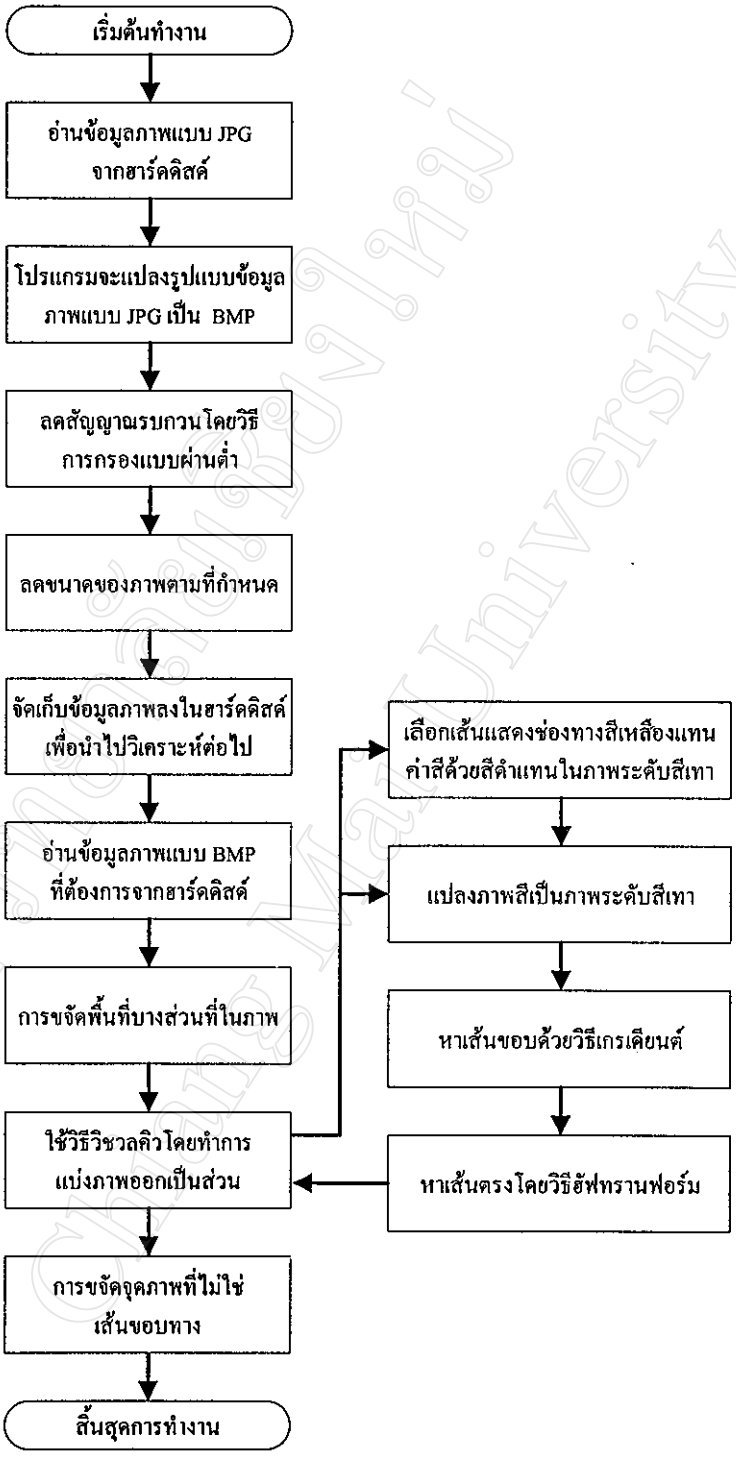
รูปที่ 3.18 แสดงขั้นตอนการขจัดพื้นที่บางส่วนที่ในภาพ

วิธีนี้ใช้ในกรณีที่วิชวลคิวแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนขึ้นไป โดยประมวลผลภาพที่ละส่วน ดังนั้นขั้นตอนการประมวลผลในกรณีนี้จึงมีการเพิ่มบล็อกการขจัดพื้นที่บางส่วนที่ในภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แสดงขั้นตอนการประมวลผล เมื่อวิชวลคิวแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนขึ้นไป

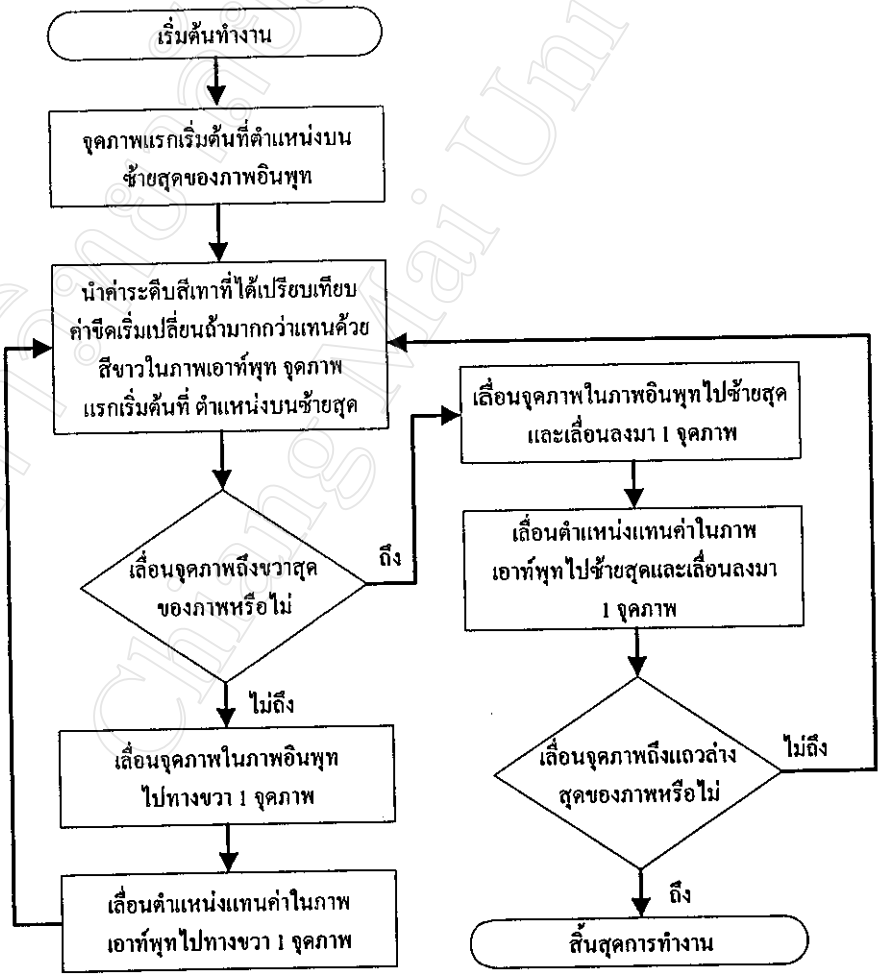
จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถนำมาสรุปขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว ดังแสดงในรูปที่ 3.20



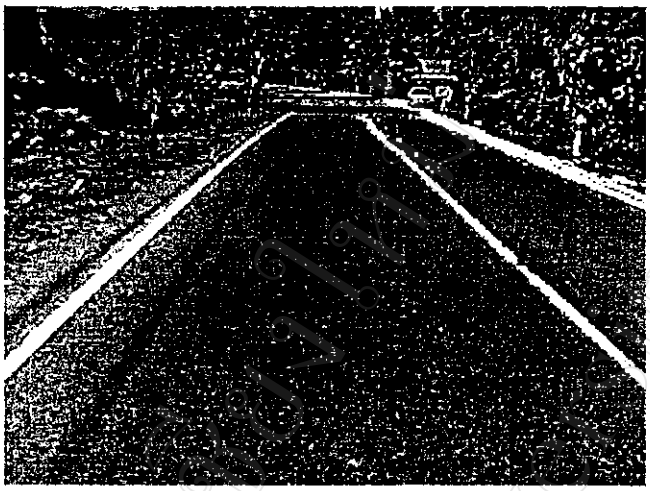
รูปที่ 3.20 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

3.3.7 การหาเส้นขอบทางโดยพิจารณาค่าความสว่าง

วิธีนี้เป็นอีกวิธีที่สามารถใช้ในการหาขอบทางได้อย่างถูกต้อง เหมาะกับภาพที่มีเส้นขอบทางที่ชัดเจนคือ มีค่าความสว่างมากๆ เพราะสามารถกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสมได้ แต่วิธีนี้มีความยุ่งยากในการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน ถ้าภาพมีการเปลี่ยนแปลงของแสงที่ซับซ้อน จำเป็นต้องแบ่งภาพเป็นส่วนๆ เพื่อกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสมในแต่ละส่วนของภาพ แสดงขั้นตอนการหาเส้นขอบทางโดยกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในรูปที่ 3.21 ผลลัพธ์วิธีนี้แสดงในรูปที่ 3.22 และสามารถนำวิธีนี้ประยุกต์ใช้ในงานได้ โดยแทนในบล็อกการหาค่าสีสันหรือใช้ร่วมกับบล็อกการหาค่าสีสันในรูปที่ 3.20 ก็ได้ตามความเหมาะสม



รูปที่ 3.21 แสดงขั้นตอนการหาเส้นขอบทางโดยพิจารณาค่าความสว่าง



รูปที่ 3.22 แสดงผลลัพธ์การหาเส้นขอบทางโดยพิจารณาค่าความสว่างกับภาพต้นแบบที่ผ่านการแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา

3.4 การออกแบบโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว

ระบบปฏิบัติการวินโดว์ เป็นระบบปฏิบัติการที่มีการทำงานแบบแบบมัลติทาสก์ (Multitask) ซึ่งมีความสามารถในการจัดสรรทรัพยากรให้รองรับการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ (Application Program) ในหลายๆ งานพร้อมกัน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมเดลไฟล์ในการออกแบบโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว เพื่อให้ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบปฏิบัติการวินโดว์ แนวทางในการออกแบบโปรแกรม ได้ออกแบบโครงสร้างโปรแกรมให้มีการทำงานแบบ MDI (Multiple Document Interface) ซึ่งมีหน้าต่างโปรแกรมหลัก (MDI Parent) ควบคุมหน้าต่างโปรแกรมลูก (MDI Child) ในโปรแกรมลูกนั้นสามารถออกแบบให้มีการทำงานที่เหมือนกัน หรือแตกต่างกันได้มีลำดับการออกแบบดังนี้

3.4.1 การออกแบบหน้าต่างโปรแกรมหลัก มีการแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

1) เมนูแฟ้ม ทำหน้าที่แสดงรายการ 3 กลุ่มใหญ่คือ กลุ่มแรกโปรแกรมบรรณาธิการ มีเมนูย่อย คือ เมนูเปิดแฟ้มข้อมูลภาพ เมนูปิดแฟ้มข้อมูลภาพ เมนูจัดเก็บแฟ้มข้อมูลโดยใช้ชื่อไฟล์ที่ใช้งาน เมนูจัดเก็บแฟ้มข้อมูลโดยพิมพ์ชื่อที่ต้องการ กลุ่มที่สอง ควบคุมเครื่องพิมพ์ มีเมนูย่อย คือ เมนูพิมพ์ภาพเอาท์พุท เมนูกำหนดค่าเครื่องพิมพ์ และกลุ่มสุดท้ายเมนูจบการทำงาน

2) เมนูก่อนการประมวลผล เป็นการเรียกโปรแกรมลูก เพื่อเตรียมภาพก่อนนำไปประมวลผล

3) เมนูเครื่องมือ มีเมนูย่อย คือ เมนูฟื้นฟูภาพเอาท์พุท เมนูแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา เมนูคัดเลือกสี เมนูหาขอบภาพด้วยวิธีเกรเดียนต์ขนาด เมนูหาขอบภาพด้วยวิธีเกรเดียนต์ทิศทาง เมนูหาเส้นแสดงขอบทางด้านซ้ายด้วยวิธีฮัฟทรานฟอร์ม เมนูหาเส้นแสดงขอบทางด้านขวาด้วยวิธีฮัฟทรานฟอร์ม เมนูขจัดจุดภาพที่ไม่ใช่เส้นขอบทาง เมนูการขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ เมนูการหาเส้นขอบทางโดยพิจารณาค่าความสว่าง

4) เมนูทำงานวิเคราะห์ภาพ

5) เมนูเกี่ยวกับโปรแกรม

6) ส่วนเลือกค่าใช้กำหนดจำนวนส่วนย่อยของภาพเพื่อประมวลผล

7) ส่วนกำหนดค่าเพื่อกำหนดขอบเขตการแบ่งส่วนภาพ

8) ส่วนกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนการหาขอบแบบเกรเดียนต์

9) ส่วนกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนการหาเส้นขอบทางด้านซ้าย

10) ส่วนกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนการหาเส้นขอบทางด้านขวา

3.4.2 การออกแบบหน้าต่างโปรแกรมก่อนการประมวลผล ซึ่งเป็นโปรแกรมลูก มีส่วนต่างๆ ดังนี้

1) เมนูแฟ้ม ทำหน้าที่แสดงรายการ 3 กลุ่มใหญ่คือ กลุ่มแรกโปรแกรมบรรณาธิการ มีเมนูย่อย คือ เมนูเปิดแฟ้มข้อมูลภาพ เมนูปิดแฟ้มข้อมูลภาพ เมนูจัดเก็บแฟ้มข้อมูลโดยพิมพ์ชื่อที่ต้องการ กลุ่มที่สอง ควบคุมเครื่องพิมพ์ มีเมนูย่อย คือ เมนูพิมพ์ภาพเอาท์พุท เมนูกำหนดค่าเครื่องพิมพ์ และกลุ่มสุดท้ายเมนูจบการทำงาน

2) เมนูเครื่องมือ มีเมนูย่อย คือเมนูลดสัญญาณรบกวนใช้วิธีกรองแบบผ่านต่ำ เมนูลดขนาดภาพ โดยลดลง 3 ขนาด คือ 240×320 จุดภาพ, 120×160 จุดภาพ และ 80×100 จุดภาพ

3.5 การพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว

จากการออกแบบโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว ที่กล่าวมาในหัวข้อ 3.4 เป็นแผนการดำเนินงาน ยังไม่สามารถที่จะนำมาใช้งานได้จริง ดังนั้นเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของงานวิจัย จึงต้องพัฒนาโปรแกรม โดยให้มีข้อกำหนดตามองค์ประกอบของการออกแบบ และนำโปรแกรมที่พัฒนามาทดสอบกับภาพถ่ายตัวอย่าง เพื่อวัดผลการทำงานของโปรแกรม

โปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนา เขียนด้วยโปรแกรมภาษาเดลไฟล์ ทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ 98 ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีความสะดวก และง่ายต่อการใช้งาน โดยแสดงผลในเมนูต่างๆ

ไฟล์ข้อมูลของโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิวที่ผู้วิจัยพัฒนา มีจำนวนบรรทัดคำสั่งทั้งสิ้นมากกว่า 1700 บรรทัด

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University