สารบาญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ค

บทคัดย่อภาษาไทย ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ จ

สารบาญตาราง ช

สารบาญภาพ ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 สรุปสาระสำคัญและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

1.3 หลักการและเหตุผลในการแก้ปัญหา 5

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 7

1.5 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย 7

1.6 ขั้นตอนการทำวิจัย 7

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8

บทที่ 2 ทฤษฎีการประมวลผลภาพ 9

2.1 บทนำ 9

2.2 คุณสมบัติภาพดิจิตอล 9

2.3 แผนภาพสี 11

2.4 สัญญาณลูมิแนนซ์ 13

2.5 เทคนิคการประมวลผลภาพ แบ่งได้ 2 วิธี 13

2.6 ขั้นตอนก่อนการประมวลผล 15

2.7 วิธีวิชวลคิว 16

2.8 การตรวจหาขอบด้วยตัวดำเนินการแบบเกรเดียนต์ 17

2.9 การเชื่อมโยงจุดภาพโดยฮัฟทรานฟอร์ม 19

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว 24
3.1 การจัดเตรียมข้อมูลภาพถนนเพื่อการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว 24
3.2 ขั้นตอนก่อนการประมวลผลภาพ 25
3.3 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ 28
3.4 การออกแบบโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว 43
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 46
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 46
4.2 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล 46
4.3 ขั้นตอนการทดสอบโปรแกรม 48
4.4 การทดลองความเร็วในการประมวลผลของภาพขนาดต่าง ๆ 51
4.5 การทดลองความถูกต้องในการประมวลผลภาพถนนแบบต่าง ๆ ระหว่างภาพที่ผ่านและไม่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนโดยวิธีการกรองแบบผ่านต่ำ 52
4.6 การทดลองความถูกต้องในการประมวลผลของภาพถนนในสภาวะต่าง ๆ และขนาดต่าง ๆ กัน 53
4.7 การทดลองความถูกต้องในการประมวลผลของภาพถนนแบบวิชวลคิว 55
4.8 การทดลองความถูกต้องในการประมวลผลของภาพถนนแบบวิชวลคิว โดยใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 62
4.9 การทดลองความถูกต้องในการประมวลผลของภาพถนนแบบวิชวลคิว โดยการแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 69
4.10 การทดลองความถูกต้องในการประมวลผลของภาพถนนแบบวิชวลคิว โดยกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 76
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 85
5.1 สรุปผลการวิจัย 85
5.2 ปัญหา 88
5.3 ข้อเสนอแนะ 89
บรรณานุกรม 91
ภาคผนวก 92

หน้า

ภาคผนวก ก ตัวอย่างรูปภาพถนนที่ใช้ในการทดลอง 93
ภาคผนวก ข การใช้โปรแกรม 103
ประวัติผู้เขียน 107

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

4.1 ผลการทดลองความเร็วในการวิเคราะห์ภาพขนาดต่างๆ 51

4.2 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนกับภาพที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนโดยวิธีการกรองแบบผ่านต่ำ 52

4.3 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนกับภาพที่ไม่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนโดยวิธีการกรองแบบผ่านต่ำ 52

4.4 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยใช้การประมวลผลภาพทั้งหมด 53

4.5 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยใช้การประมวลผลภาพทั้งหมด 53

4.6 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยใช้การประมวลผลภาพทั้งหมด 54

4.7 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยใช้การประมวลผลภาพทั้งหมด 54

4.8 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยใช้การประมวลผลภาพทั้งหมด 54

4.9 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วน 55

4.10 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วน 55

4.11 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วน 56

4.12 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วน 56

4.13 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วน 56

4.14 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วน 57

ตาราง หน้า

4.15 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วน 57
4.16 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วน 57
4.17 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วน 58
4.18 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วน 58
4.19 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วน 58
4.20 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วน 59
4.21 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วน 59
4.22 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วน 59
4.23 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วน 60
4.24 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วน 60
4.25 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วน 60
4.26 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วน 61
4.27 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วน 61
4.28 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน (แบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วน) 61
4.29 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 62
4.30 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 62
4.31 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วน และใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 63

ตาราง หน้า

4.32 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 63
4.33 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 63
4.34 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 64
4.35 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 64
4.36 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 64
4.37 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 65
4.38 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 65
4.39 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 65
4.40 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 66
4.41 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 66
4.42 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 66
4.43 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 67
4.44 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 67
4.45 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 67

ตาราง หน้า

4.46 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วน และใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 68
4.47 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 68
4.48 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 68
4.49 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 69
4.50 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 70
4.51 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วน และใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 70
4.52 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 70
4.53 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 71
4.54 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 71
4.55 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 71
4.56 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วน และใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 72
4.57 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 72

ตาราง หน้า

4.58 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 72
4.59 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 73
4.60 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 73
4.61 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 73
4.62 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 74
4.63 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 74
4.64 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 74
4.65 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 75
4.66 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 75
4.67 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 75
4.68 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและใช้การแบ่งส่วนภาพจากความยาวเส้นขอบทางในภาพ 76

ตาราง หน้า

4.69 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 77
4.70 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 78
4.71 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 78
4.72 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 78
4.73 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 79
4.74 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 79
4.75 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 79
4.76 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 80
4.77 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 80
4.78 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 80
4.79 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 81

ตาราง หน้า

4.80 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 81
4.81 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 81
4.82 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 82
4.83 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 4 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 82
4.84 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวลาดยางที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 82
4.85 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนผิวคอนกรีตที่ถ่ายภาพทุกๆ ชั่วโมง ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 83
4.86 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนสภาพต่างๆ โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 83
4.87 ผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนนที่ปรากฏเงาต่างๆ บนผิวถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 83
4.88 สรุปผลการทดลองการประมวลผลภาพถ่ายถนน โดยแบ่งภาพออกเป็น 5 ส่วนและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยนในแต่ส่วนภาพตามความเหมาะสม 84

สารบัญภาพ

เรื่อง	หน้า
1.1 แสดงบล๊อกไดอะแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว	6
2.1 การชักตัวอย่างและการควอนไทซ์ภาพ	11
2.2 แผนภาพสี CIE	12
2.3 พีระมิดสี	13
2.4 แสดงตัวอย่างการใช้วงจรกรองแบบผ่านต่ำ	15
2.5 แสดงตัวอย่างการลดขนาดภาพด้วยการหาค่าเฉลี่ย	16
2.6 แสดงตัวอย่างการประมวลผลภาพแบบวิธีวิชวลคิว	16
2.7 แสดงมาสค์แบบโซเบล	19
2.8 แสดงภาพภายหลังการตรวจหาขอบและกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (แสดงจุดภาพที่เป็นขอบ)	19
2.9 แสดงการควอร์ไทซ์พิกัด (a, b) สำหรับใช้ในฮัฟทรานฟอร์ม	20
2.10 แสดงวิธีการใช้ฮัฟทรานฟอร์มเพื่อหาเส้นตรงในพิกัด (x,y)	21
2.11 แสดงการใช้ฮัฟทรานฟอร์มในการแปลงจุดภาพในพิกัด (x,y) ไปเป็นพิกัด (r,ϕ)	22
2.12 แสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานฮัฟทรานฟอร์ม	23
3.1 แสดงขั้นตอนการจัดหาข้อมูลภาพถ่ายถนน	24
3.2 แสดงขั้นตอนก่อนการประมวลผลภาพ	25
3.3 ขั้นตอนการลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธีการกรองแบบผ่านต่ำ	26
3.4 ขั้นตอนการลดขนาดภาพ	27
3.5 แสดงขั้นตอนการประมวลผล	28
3.6 แสดงขั้นตอนการแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา	29
3.7 แสดงขั้นตอนการหาค่าสีสัน	31
3.8 แสดงผลลัพธ์ของการใช้การหาค่าสีสัน	32
3.9 แสดงขั้นตอนการเกรเดียนร์ขนาด	33
3.10 แสดงขั้นตอนการเกรเดียนร์ทิศทาง	34
3.11 แสดงผลการเกรเดียนร์ขนาดกับรูปที่ 3.8	35

เรื่อง หน้า

3.12 แสดงผลการเกรเดียนร์ทิศทางกับรูปที่ 3.11 35
3.13 การตัดภาพออกเป็นสองส่วนเพื่อวิเคราะห์หาเส้นขอบทางด้วยฮัฟทรานฟอร์ม 36
3.14 แสดงขั้นตอนการหาเส้นตรงด้วยฮัฟทรานฟอร์ม 37
3.15 แสดงผลการใช้การขจัดจุดภาพที่ไม่ใช่เส้นขอบทาง 38
3.16 แสดงขั้นตอนการขจัดจุดภาพที่ไม่ใช้เส้นขอบทาง 38
3.17 แสดงผลการใช้การขจัดพื้นที่บางส่วนในภาพ 39
3.18 แสดงขั้นตอนการขจัดพื้นที่บางส่วนที่ในภาพ 39
3.19 แสดงขั้นตอนการประมวลผล เมื่อวิชวลคิวแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วนขึ้นไป 40
3.20 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดย วิธีวิชวลคิว ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ 41
3.21 แสดงขั้นตอนการหาเส้นขอบทางโดยพิจารณาค่าความสว่าง 42
3.22 แสดงผลลัพธ์การหาเส้นขอบทางโดยพิจารณาค่าความสว่างกับภาพต้นแบบที่ผ่าน การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา 43
4.1 แสดงการเปิดไฟล์ข้อมูลภาพในโปรแกรมก่อนการประมวลผล 47
4.2 แสดงการลดขนาดภาพในโปรแกรมก่อนการประมวลผล 48
4.3 แสดงการเปิดแฟ้มข้อมูลในโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถนนเพื่อหาขอบทางโดยวิธีวิชวลคิว 49
4.4 แสดงผลลัพธ์ของการประมวลผลภาพถ่ายถนน 49
4.5 แสดงภาพขนาดต่างๆ ที่นำมาทดสอบ 51
5.1 แสดงผลการประมวลผลภาพวิชวลคิว ที่มีการแบ่งส่วนภาพออกเป็น 2 ส่วนใช้กับภาพ ถ่ายถนนที่มีเงาปรากฏบนผิวถนน 86
5.2 แสดงผลการประมวลผลภาพวิชวลคิว ที่มีการแบ่งส่วนภาพออกเป็น 3 ส่วนใช้กับภาพ ถ่ายถนนที่มีเงาปรากฏบนผิวถนน 86
5.3 แสดงการใช้ภาพที่ประมวลผลทุก ๆ จุดภาพในภาพ กับภาพถนนที่เป็นเส้นตรง 87
5.4 แสดงการใช้ภาพที่ประมวลผลทุก ๆ จุดภาพในภาพ กับภาพถนนที่เป็นเส้นโค้ง 87
5.5 แสดงผลการประมวลผลภาพแบบวิชวลคิว ที่มีการแบ่งส่วนภาพออกเป็น 5 ส่วนใช้ กับภาพถนนที่เป็นทางโค้ง 87