

การพัฒนาเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัลสำหรับการตรวจสอบรอยร้าวบนพื้นผิวถนน

นาย วินัย ปิยะระชะศิริกุล



วิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974 - 643 - 907 - 4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF DIGITAL IMAGE PROCESSING TECHNIQUES  
FOR CRACK DETECTION ON ROAD SURFACE

Mr. Vinai Piyatanasirikul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Electrical Engineering  
Graduate School  
Chulalongkorn University  
Academic Year 1996

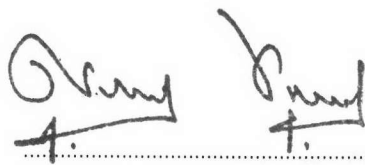
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัลสำหรับการตรวจสอบรอยร้าวบนพื้นผิวถนน

โดย นาย วินัย ปิยะธนะศิริกุล

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ  
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

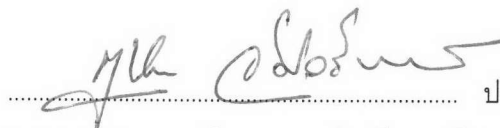


รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

( ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์ )

คณบดีคณะแพทยศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



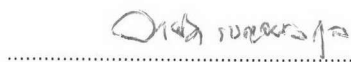
ประธานกรรมการ

( รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวกรรม )



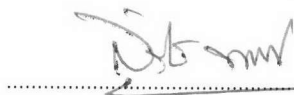
อาจารย์ที่ปรึกษา

( รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล )



กรรมการ

( อาจารย์ ดร. วาทีต เบญจพลกุล )



กรรมการ

( นาย สุริยัน ทรายงาม )



กรรมการ

( นาย วรินทร์ อุตกฤษฎ์ )

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

วินัย ปิยะธนะศิริกุล : การพัฒนาเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัลสำหรับการตรวจสอบรอยร้าวบนพื้นผิวถนน ( DEVELOPMENT OF DIGITAL IMAGE PROCESSING TECHNIQUES FOR CRACK DETECTION ON ROAD SURFACE ) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล , 65 หน้า . ISBN 974-643-907-4

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ในการพัฒนาเทคนิคการประมวลผลภาพดิจิทัล สำหรับการตรวจสอบรอยร้าวบนพื้นผิวถนน เทคนิคเหล่านี้สามารถจำแนกได้เป็น 5 ขั้นตอน คือ การแปลงภาพ , การกรองสัญญาณรบกวน , การตรวจหาขอบของภาพ , การทำให้บางและการจำแนก

จำนวนภาพที่ใช้ทั้งหมดมี 70 ภาพ แบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ ภาพที่มีรอยร้าว , ภาพที่มีหินหลอยตัวและภาพพื้นผิวถนนที่ใช้งานได้ ภาพจำนวน 20 ภาพ ที่แบ่งตามกลุ่มเป็น 5 , 5 และ 10 ภาพตามลำดับ ถูกใช้สำหรับสร้างแบบอ้างอิง และภาพที่เหลือจำนวน 50 ภาพ แบ่งตามกลุ่มเป็น 13 , 25 และ 12 ภาพตามลำดับ ถูกใช้สำหรับการทดสอบกระบวนการ

ผลการทดสอบที่วิ่งบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รุ่น 80486 DX4-100 ให้อัตราการจำแนกถูกต้องร้อยละ 83.72 และใช้เวลาในการประมวลผล 3 ถึง 5 นาที ต่อ 1 ภาพ

ภาควิชา ..... วิศวกรรมไฟฟ้า  
สาขาวิชา ..... Digital Signal Processing  
ปีการศึกษา ..... 2539

ลายมือชื่อนิติต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C615761 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEER

KEY WORD:

EDGE DETECTION / CRACK DETECTION / DETECTION

VINAI PIYATANASIRIKUL : DEVELOPMENT OF DIGITAL IMAGE PROCESSING TECHNIQUES FOR CRACK DETECTION ON ROAD SURFACE. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SOMCHAI JITAPUNKUL, Dr. Ing. 60 pp. ISBN 974-643-907-4

The objective of this research is the development of digital image processing techniques for detecting the cracks on road surface. These techniques can be classified into 5 stages : Image conversion, Filtering, Edge Detection, Thinning and Classification

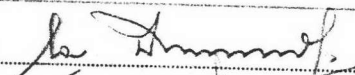
The image of total number 70 are divided in 3 categories : Cracks on road surface image, Defective incomplete road surface images, and usable road surface images for creating the reference model, 20 images of them are chosen which each category are 5, 5 and 10 images, respectively. And for testing the processes, another 50 images are used which each category are 13, 25 and 12 images, respectively

The result which runs on 80486 DX4 - 100 microcomputer gives the classification rate of 83.72 % and requires 3 to 5 minutes for processing each image

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิชา.....Digital Signal Processing

ปีการศึกษา.....2539

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีของ รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัยมาโดยตลอด ขอขอบคุณ คุณสุรียัน ทรายงาม กับ คุณวรินทร์ อุตกฤษฎ์ จากกรมทางหลวง ที่ได้ให้ข้อมูลมากมายสำหรับในการวิจัยนี้ และที่ขาดไม่ได้ต้องขอขอบคุณ คุณอนุวัฒน์ กับ คุณประเวศ จากบริษัท Hewlett - Packard ( Thailand ) ที่ช่วยเหลือในการเป็นที่ปรึกษาในการเขียนโปรแกรมและให้เวลาในการดำเนินการวิจัย รวมถึงบริษัท Hewlett - Packard ( Thailand ) ที่กรุณาให้ยืมเครื่องสแกนเนอร์เพื่อใช้ในการทดสอบรวมทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ สุดท้ายต้องขอขอบคุณ ห้องปฏิบัติการ DSP สำหรับโปรแกรม IP ที่ถูกนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนเพื่อนและน้องๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจมาโดยตลอด

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา - มารดา ซึ่งได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2. การประเมินผลภาพดิจิทัล.....	5
2.1 ลักษณะของพื้นผิวถนนแบบต่าง ๆ.....	5
2.2 โครงสร้างของระบบการประเมินผลสัญญาณภาพดิจิทัล.....	7
2.3 การจัดการเพิ่มข้อมูลภาพ.....	8
2.4 การกรองสัญญาณภาพดิจิทัล.....	10
2.5 การตรวจหาขอบภาพ.....	12
2.6 การทำให้บาง ( Thinning ).....	22
2.7 การแปลงลายเส้นของภาพ 2 ระดับสีเทาให้เป็นเวกเตอร์.....	24
2.8 การจำแนก.....	35
บทที่ 3. ผลการทดสอบ.....	37
3.1 การจัดเตรียมข้อมูล.....	37
3.2 การสร้างฐานข้อมูลสำหรับใช้เป็นตัวอ้างอิงในการตัดสินใจ.....	37
3.3 วิธีการทดสอบ.....	42
3.4 ปัญหาและข้อจำกัด.....	46

บทที่ 4. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ.....	48
4.1 ข้อสรุป.....	48
4.2 ข้อเสนอแนะ.....	48
รายการอ้างอิง.....	50
ภาคผนวก.....	51
ก. โครงสร้างของโปรแกรมที่เขียนขึ้นสำหรับใช้ทดสอบ.....	51
ข. ตัวอย่างลักษณะของร่องรอยแบบต่าง.....	52
ค. ตัวอย่างที่นำมาทำเป็นแบบอ้างอิง.....	54
ง. รูปตัวอย่างที่ใช้ทดสอบแล้วโปรแกรมตัดสินใจ.....	58
ประวัติของผู้เขียน.....	60



## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 พื้นผิวถนนปรกติ.....	2
รูปที่ 1.2 พื้นผิวถนนกับกลุ่มของหินลอยตัว.....	2
รูปที่ 1.3 พื้นผิวถนนกับร่องรอย.....	3
รูปที่ 1.4 พื้นผิวถนนกับรอยร้าว.....	3
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของการประมวลผลภาพดิจิทัล.....	7
รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบส่วนหัวทั้งหมดของแฟ้มข้อมูลภาพแบบ TIFF .....	9
รูปที่ 2.3 ภาพพื้นผิวถนนก่อนการประมวลผล.....	11
รูปที่ 2.4 ภาพพื้นผิวถนนหลังผ่านขบวนการกรองแบบไปโนเมียลด้วย $n = 6$ .....	11
รูปที่ 2.5 บล็อกไดอะแกรมของ GRADMAG0.....	13
รูปที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรมของ GRADMAG1.....	14
รูปที่ 2.7 บล็อกไดอะแกรมของ GRADMAG2.....	14
รูปที่ 2.8 บล็อกไดอะแกรมการใช้มาสก์จำนวน 8 มาสก์ในการหาขอบภาพลายเส้น.....	18
รูปที่ 2.9 ภาพลายเส้นขอบเมื่อใช้เทรซโฮลด์ 10 กับมาสก์ของปริวิส.....	21
รูปที่ 2.10 ภาพลายเส้นขอบเมื่อใช้เทรซโฮลด์ 10 กับมาสก์ของปริวิส.....	21
รูปที่ 2.11 แสดงจุดภาพข้างเคียง 8 จุดสำหรับใช้ในอัลกอริธึมทำให้บาง.....	22
รูปที่ 2.12 ภาพของรูปที่ 2.10 เมื่อผ่านขบวนการทำให้บาง.....	24
รูปที่ 2.13 ตารางหน้าต่างแสดงเงื่อนไขการเข้ารหัสจุดภาพ.....	26
รูปที่ 2.14 ตัวอย่างข้อมูลภาพที่เข้ารหัสเงื่อนไขแล้ว.....	30
รูปที่ 2.15 เป็นการแสดงลักษณะของเวกเตอร์เส้นตรง.....	31
รูปที่ 2.16 เป็นการแสดงลักษณะของเวกเตอร์วงกลม.....	31
รูปที่ 2.17 แสดงโครงสร้างของต้นไม้.....	33
รูปที่ 2.18 แสดงการแปลงข้อมูลจากเส้นรอยร้าวเป็นต้นไม้ของเวกเตอร์.....	34
รูปที่ 2.19 โครงสร้างพื้นฐานข้อมูล.....	36
รูปที่ 2.20 แสดงการเปรียบเทียบสำหรับการตัดสินใจ.....	36

รูปที่ 3.1	ภาพของส่วนแสดงผลของโปรแกรม IP.EXE ที่ใช้ในการวิจัยนี้.....	38
รูปที่ 3.2	ภาพตัวอย่างสำหรับทำฐานข้อมูลในกรณีมีร่องรอย.....	39
รูปที่ 3.3	ภาพตัวอย่างสำหรับทำฐานข้อมูลในกรณีมีร่องรอยแต่สามารถใช้งานได้.....	39
รูปที่ 3.4	ภาพตัวอย่างสำหรับทำฐานข้อมูลในกรณีมีหินลอยตัวมากและไม่สามารถใช้งานได้.....	40
รูปที่ 3.5	ภาพตัวอย่างสำหรับทำฐานข้อมูลสำหรับผิวนอนที่ดี.....	40
รูปที่ 3.6	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเทรซไฮลด์และค่าร้อยละของความถูกต้องในการจำแนก.....	42
รูปที่ 3.7	ภาพที่ได้หลังจากการทดลอง.....	46

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 เป็นการแสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้ของทั้งสองวิธี.....	20
ตารางที่ 2.2 ก. ตำแหน่งของจุดภาพถัดไปจากจุดภาพในตำแหน่งปัจจุบันที่เป็นจุดต่อเนื่อง.....	27
ตารางที่ 2.2 ข. ตำแหน่งของจุดภาพถัดไปจากจุดภาพในตำแหน่งปัจจุบันที่เป็นจุดต่อปลาย.....	28
ตารางที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรหัสเงื่อนไขเดียวกันที่เรียงต่อเนื่องกับค่ามุมมอง.....	29
ตารางที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรหัสเงื่อนไขที่เรียงคละกัน กับค่ามุมมอง.....	30
ตารางที่ 2.5 แสดงรหัสต่อเนื่อง และรหัสไม่ต่อเนื่อง ของรหัสเงื่อนไข.....	32
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงลักษณะของภาพพื้นผิวถนน .....	42
ตารางที่ 3.2 แสดงผลการตัดสินใจในการจำแนกลักษณะของพื้นผิวถนนของภาพกลุ่มต่าง ๆ.....	43