

การตรวจหารอยปะซ่อมบนภาพผิวทางแอสฟัลติกคอนกรีตโดยใช้การแบ่งส่วนลักษณะพื้นผิว



นาย เอกชัย วิทย์ถาวรวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PATCHING DETECTION ON ASPHALTIC CONCRETE PAVEMENT IMAGE USING
TEXTURE SEGMENTATION

Mr. Egachai Wittayathawornwong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Computer Engineering

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

511025

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การตรวจหารอยปะช่อมบนภาพผิวทางแอสฟัลติกคอนกรีต
โดยใช้การแบ่งส่วนลักษณะพื้นผิว

โดย

นาย เอกชัย วิทยถาวรวงศ์

สาขาวิชา

วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก


ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบสกุล พิภพมงคล

คณะกรรมการศาสตราจารย์พาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

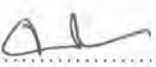
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วิฒนาวุฒิมิ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบสกุล พิภพมงคล)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นงลักษณ์ โค้วาภิสาริธ)



..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรพล สังข์โพธิ์)

นาย เอกชัย วิทย์ถาวรวงศ์ : การตรวจหารอยปะซ่อมบนภาพพื้นผิวทางแอสฟัลติกคอนกรีตโดยใช้การแบ่งส่วนลักษณะพื้นผิว. (PATCHING DETECTION ON ASPHALTIC CONCRETE PAVEMENT IMAGES USING TEXTURE SEGMENTATION) อ.ที่
 ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. สืบสกุล พิภพมงคล, 58 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการประมวลผลภาพดิจิทัลสำหรับการหารอยปะซ่อมบนผิวทางแอสฟัลติกจากแฟ้มข้อมูลภาพถ่ายที่บันทึกได้จากกล้องของรถสำรวจสายทางซึ่งถ่ายภาพถนนด้านหน้ารถ เพื่อประโยชน์ในการประเมินคุณภาพผิวทาง ในกระบวนการที่ใช้หารอยปะซ่อมได้ใช้การแยกส่วนภาพ และใช้เงื่อนไขด้านขนาดมาตรฐานของรอยปะซ่อมประกอบกระบวนการที่ใช้สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนได้แก่ขั้นตอนการดึงข้อมูลภาพนิ่งจากแฟ้มวีดิทัศน์ ขั้นตอนการปรับปรุงภาพเพื่อลบสัญญาณรบกวนออกและจำกัดบริเวณที่สนใจ ขั้นตอนการแยกส่วนภาพโดยใช้ลักษณะพื้นผิวโดยการพิจารณาลักษณะความเข้มแสงในบริเวณเดียวกันบนภาพที่ต่อเนื่องกัน และขั้นตอนการระบุรอยปะซ่อมโดยระบุตำแหน่งและขนาดของรอยปะซ่อมของแต่ละภาพ ได้ทดสอบความถูกต้องของวิธีการที่เสนอโดยทดลองกับภาพผิวทางจำนวน 2265 ภาพ ซึ่งได้จากการบันทึกจากกล้องที่ใช้ในงานสำรวจจริงซึ่งเก็บข้อมูลในสภาพแวดล้อมเปิดซึ่งมีแสงสว่างไม่สม่ำเสมอ โดยแบ่งเป็นภาพที่มีรอยปะซ่อม 465 ภาพ และภาพที่ไม่มีรอยปะซ่อม 1800 ภาพ ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องในการระบุรอยปะซ่อมเฉลี่ยร้อยละ 86.98 คิดเป็นความผิดพลาดเชิงบวกเฉลี่ยร้อยละ 15.39 และความผิดพลาดเชิงลบเฉลี่ยร้อยละ 13.02

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
 สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
 ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนิสิต อนุชิต วัฒนดำรงกุล
 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก 

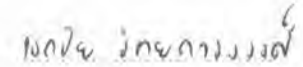

4970716121 : MAJOR COMPUTER ENGINEERING

KEYWORDS :TEXTURE SEGMENTATION/ SPATIAL CRITERIA SEGMENTATION /
PATCHING DETECTION

EGACHAI WITTAYATHAWORNWONG: PATCHING DETECTION ON
ASPHALTIC CONCRETE PAVEMENT IMAGES USING TEXTURE
SEGMENTATION. ADVISOR: ASST.PROF. SUEBSKUL PHIPHOBMONGKOL,
PH.D., 58 pp.

The purpose of this research is to find a digital image processing method to detect patchings on asphaltic concrete road surface images taken from a front camera of a survey vehicle. The result is for use in the pavement quality evaluation. The process used image segmentation together with patching dimensional criteria according to standards for highway maintenance. The process can be divided into four steps, image acquisition from files, image improvement by reducing noise and confining areas of interest, image segmentation using texture consideration according to brightness of the same area in consecutive images, and patching identification which outputs positions and sizes of the patchings. Accuracy measurement was done by testing the process with 2265 road surface images taken from real open-environment survey under non-uniform day light. There were 465 images which contained patchings and there were 1800 images which had no patching. The test gave an average accuracy of 86.98 % with an average positive fault of 15.39 % and an average negative fault of 13.02 %

Department : Computer Engineering
Field of Study : Computer Engineering
Academic Year : 2008

Student's Signature 
Advisor's Signature 

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีเพราะความช่วยเหลือและสนับสนุนจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร. สืบสกุล พิภพมงคล ซึ่งได้สละเวลาให้คำแนะนำปรึกษา เสนอแนะข้อคิดเห็น แนวทางการวิจัย และได้ให้ความช่วยเหลือดูแลในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.นงลักษณ์ โค้ววิสารัช รศ.ดร. วิศณุ ทรัพย์สมพล และ ผศ.ดร. จิรพล สังข์โพธิ์ ที่ให้ความกรุณาเสนอแนะ แนวทางในการพัฒนางานวิจัยนี้ตลอดจนถึงตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณนายมงคล ศักดานุภาพ นายอังคาร จารุจาริตและนายภัทรพันธ์ วาณิชชัย ที่ช่วยให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางการวิจัย แนะนำเทคนิคใหม่ ๆ และช่วยแก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ มาโดยตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเขียนโปรแกรม

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ สมาชิกภายในห้องปฏิบัติการวิจัย CGCI ที่น่ารักทุกคนที่คอยให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ดูแลเอาใจใส่ และให้ความสุขตลอดการวิจัย

ขอขอบพระคุณฐานข้อมูลการสำรวจความเสียหายของมิวทางภาคเหนือจากกรมทางหลวง สำหรับข้อมูลภาพที่ใช้ทดสอบในวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ห้องปฏิบัติการ CGCI และคอมพิวเตอร์โน้ตบุคที่ร่วมทุกข์ร่วมสุขมาตลอดการทำวิทยานิพนธ์

และท้ายที่สุดที่จะลืมมิได้ขอกราบขอบพระคุณมารดาและครอบครัวทุกท่าน ที่อุปการะเลี้ยงดู เป็นกำลังใจ สนับสนุนในทางการศึกษาและในด้านต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	4
1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย.....	4
1.6 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์.....	5
2. งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ความหมายของการปะชอมผิวทางและการขูดชอมผิวทาง.....	6
2.2 ขั้นตอนการทำรอยปะชอมแบบต่างๆ.....	7
2.3 ทฤษฎีการประมวลผลภาพทางดิจิทัลที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย.....	7
2.3.1 ทฤษฎีรูปแบบสี.....	8
2.3.2 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับเทา.....	11
2.3.3 การแปลงรูปแบบสีจากรูปแบบสี RGB เป็นรูปแบบสี HSI.....	12
2.3.4 การปรับปรุงภาพในขอบเขตเชิงพื้นที่.....	12
2.3.5 การแยกส่วนภาพโดนใช้ลักษณะพื้นผิว.....	14
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจหาความเสียหายบนพื้นผิวทางแอสฟัลต์.....	17

บทที่

	หน้า
2.4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้การแยกส่วนภาพแบบต่าง ๆ	19
3. วิธีการหารอยปะชอมจากภาพดิจิทัล.....	21
3.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลภาพ.....	21
3.2 ขั้นตอนการประมวลผลภาพเบื้องต้น.....	21
3.2.1 ขั้นตอนการลดสัญญาณรบกวน.....	23
3.2.2 ขั้นตอนการหาบริเวณที่สนใจ.....	23
3.2.3 ขั้นตอนการแปลงรูปแบบสีจากรูปแบบสี RGB เป็นรูปแบบสี HSI.....	23
3.3 การแยกส่วนภาพโดยใช้ลักษณะพื้นผิว.....	25
3.4 การระบุรอยปะชอม.....	28
3.4.1 การระบุตำแหน่งของรอยปะชอมบนในภาพพื้นผิวถนนแอสฟัลต์.....	28
3.4.2 การหาขนาดโดยประมาณของรอยปะชอมในภาพพื้นผิวถนนแอสฟัลต์.....	31
4. การทดลองและผลการทดลอง.....	32
4.1 การเก็บข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง.....	32
4.2 การทดลองหารอยปะชอมโดยการแยกส่วนภาพโดยใช้ลักษณะพื้นผิว.....	34
4.2.1 การทดลอง.....	34
4.2.2 ผลการทดลอง.....	37
4.2.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	38
4.3 การทดลองหารอยปะชอมโดยการแยกส่วนโดยใช้ลักษณะพื้นผิวในขอบเขต งานวิจัย.....	44
4.3.1 การทดลอง.....	44
4.3.2 ผลการทดลอง.....	44
4.4 การหาขนาดโดยประมาณของรอยปะชอมในภาพพื้นผิวถนนแอสฟัลต์ภาพที่กำลัง สนใจ.....	45
4.4.1 การทดลอง.....	45
4.4.2 ผลการทดลอง.....	46
4.5 การทดลองหารอยปะชอมบนพื้นผิวถนนแอสฟัลต์ในบริเวณใกล้กับรถสำรวจ.....	47
4.5.1 การทดลอง.....	47
4.5.2 ผลการทดลอง.....	48

บทที่

	หน้า
4.5.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	49
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	50
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	50
5.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย.....	51
5.3 ข้อเสนอแนะและข้อเสนอแนะ.....	52
รายการอ้างอิง.....	53
ภาคผนวก.....	56
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	58

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ข้อดีและข้อเสียของการแยกส่วนภาพในระดับจุดภาพ.....	15
3.1	มาตรฐานขนาดของเส้นถนนในรูปแบบต่าง ๆ.....	29
4.1	ผลของจำนวนเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเชิงลบ และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเชิงบวก.....	35
4.2	ผลลัพธ์การตรวจหารอยปะช้อมโดยพิจารณาตามภาพ.....	37
4.3	ผลลัพธ์การตรวจหารอยปะช้อมบนโดยพิจารณาตามจำนวนรอยปะช้อมที่ตรวจ ทางโดยมนุษย์.....	37
4.4	สาเหตุของความผิดพลาดเชิงบวกในการตรวจหารอยปะช้อมบนภาพพื้นผิว ถนนแอสฟัลต์ในการสำรวจจริงโดยการแยกส่วนภาพโดยใช้ลักษณะพื้นผิว.....	42
4.5	สาเหตุของความผิดพลาดเชิงลบในการตรวจหารอยปะช้อมบนภาพพื้นผิวถนน แอสฟัลต์ในการสำรวจจริงโดยการแยกส่วนภาพโดยใช้ลักษณะพื้นผิว.....	43
4.6	ผลลัพธ์การตรวจหารอยปะช้อมบนภาพพื้นผิวถนนแอสฟัลต์โดยพิจารณาตาม ภาพในขอบเขตงานวิจัย.....	44
4.7	ผลลัพธ์การตรวจหารอยปะช้อมบนพื้นผิวถนนแอสฟัลต์โดยพิจารณาตาม จำนวนรอยปะช้อมซึ่งตรวจทางโดยมนุษย์ในขอบเขตงานวิจัย.....	45
4.8	ผลลัพธ์การตรวจหารอยปะช้อมบนภาพพื้นผิวถนนแอสฟัลต์ในระยะใกล้รถ สำรวจโดยพิจารณาตามภาพ.....	48
4.9	ผลลัพธ์การตรวจหารอยปะช้อมบนภาพพื้นผิวถนนแอสฟัลต์ในระยะใกล้รถ สำรวจโดยพิจารณาตามรอยปะช้อม.....	48
ก.1	ตารางแสดงระยะทางของพื้นผิวถนนแบบต่าง ๆ ในความรับผิดชอบของกรม ทางหลวงและกรมทางหลวงชนบท.....	57

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	ความเสียหายของพื้นผิวถนนแอสฟัลต์แบบต่าง ๆ ที่พบบ่อย.....	2
2.1	ขั้นตอนการทำรอยปะซ่อมบนพื้นผิวถนนแอสฟัลต์	8
2.2	แม่สีในรูปแบบสีแบบ RGB และการนำไปประยุกต์ใช้.....	9
2.3	องค์ประกอบในรูปแบบสีแบบ HSI.....	10
2.4	ตัวอย่างการแปลงภาพจากรูปแบบสีเป็นภาพระดับเทา.....	11
2.5	ตัวอย่างการปรับปรุงในขอบเขตเชิงพื้นที่.....	13
2.6	ตัวกรองเกาส์เซียนแบบระฆังคว่ำ.....	13
2.7	ตัวอย่างการใช้ตัวกรองเกาส์เซียนในการปรับปรุงภาพ.....	14
2.8	ตัวอย่างการหาเมตริกซ์ P.....	16
2.9	การวิเคราะห์กริดเซลล์ในลักษณะพื้นผิวถนนแอสฟัลต์แบบต่าง ๆ.....	18
3.1	แผนผังขั้นตอนวิธีในการตรวจหารอยปะซ่อมที่เสนอ.....	22
3.2	รอยปะซ่อมบนพื้นผิวถนนแอสฟัลต์ที่มีแสงสว่างไม่สม่ำเสมอ.....	23
3.3	กระบวนการทางตรรกะกับข้อมูลภาพพื้นผิวทางแอสฟัลต์เพื่อหาบริเวณที่สนใจ....	24
3.4	ลำดับภาพที่ใช้ในการพิจารณาลักษณะพื้นผิวในแต่ละชุดภาพ.....	26
3.5	ผลลัพธ์ของการแยกส่วนภาพโดยใช้ลักษณะพื้นผิว.....	26
3.6	การปรับค่าความเข้มแสงเพื่อลดปัญหาของค่าเฉลี่ยที่สูงผิดปกติ.....	27
3.7	พื้นผิวข้างเคียงของพื้นผิวที่สนใจทั้ง 9 ส่วน.....	28
3.8	ผลลัพธ์การจับกลุ่มของพื้นผิวที่มีความเข้มแสงมากกว่าพื้นผิวถนนแอสฟัลต์.....	28
3.9	การนับจำนวนจุดภาพเพื่อนำไปหาระยะทางที่แท้จริงโดยอาศัยเส้นจางจร.....	30
3.10	ผลลัพธ์การกำจัดวัตถุที่ไม่ใช่รอยปะซ่อมออก.....	31
4.1	รถสำรวจที่ใช้ในงานวิจัย.....	33
4.2	ความยาวในภาพพื้นผิวถนนแอสฟัลต์ที่ใช้ในงานวิจัย.....	34
4.3	การหาล้อมล้ำกันของภาพพื้นผิวถนนแอสฟัลต์.....	34
4.4	ค่าความผิดพลาดแบบต่าง ๆ เมื่อเปลี่ยนจำนวนเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	36
4.5	การหารอยปะซ่อมโดยการเปรียบเทียบลักษณะพื้นผิวในภาพชุดหนึ่ง.....	36

ภาพที่	หน้า
4.6 ตัวอย่างความผิดพลาดเชิงบวกแบบต่างๆ ของการหารอยปะชอมบนพื้นผิวถนน...	40
4.7 ตัวอย่างความผิดพลาดเชิงลบแบบต่างๆ ของการตรวจหารอยปะชอมบนพื้นผิวถนน.....	41
4.8 ความผิดพลาดเชิงบวกลักษณะต่างๆ ในการตรวจหารอยปะชอมแยกส่วนภาพโดยใช้การแยกส่วนภาพโดยใช้ลักษณะพื้นผิวสำหรับข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย.....	42
4.9 ความผิดพลาดเชิงลบลักษณะต่างๆ ในการตรวจหารอยปะชอมแยกส่วนภาพโดยใช้การแยกส่วนภาพโดยใช้ลักษณะพื้นผิวสำหรับข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ.....	43
4.10 กริดเซลล์ขนาด 16 x 16 จุดภาพ ในบริเวณที่สนใจ.....	46
4.11 ผลลัพธ์การหาขนาดโดยประมาณของรอยปะชอมบนพื้นผิวถนนแอลฟิลด์.....	46
4.12 เหมเพลตที่ใช้พิจารณาพื้นผิวในระยะใกล้กับรถสำรวจ.....	47
5.1 ค่าระดับเทาเมื่อพิจารณาตามแนวเส้นที่ตัดผ่านรอยปะชอม.....	52