

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



246535



การลดความซับซ้อนการคำนวณสำหรับการหาจุดเด่นของภาพแบบ SIFT  
COMPUTATIONAL COMPLEXITY REDUCTION  
FOR THE SIFT FEATURE DETECTION

นายวิฑูรณ์ คอนทรักษ์

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

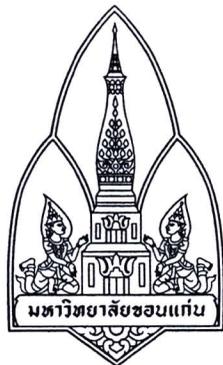
พ.ศ. 2553

600251024

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



246535



การลดความซับซ้อนการคำนวณสำหรับการหาลักษณะเด่นของภาพแบบ SIFT

COMPUTATIONAL COMPLEXITY REDUCTION

FOR THE SIFT FEATURE DETECTION



นายวิฑูลย์ ดอนพรทัน

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553

การลดความซับซ้อนการคำนวณสำหรับการหาลักษณะเด่นของภาพแบบ SIFT

นายวิฑูรย์ ดอนพรทัน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2553

**COMPUTATIONAL COMPLEXITY REDUCTION  
FOR THE SIFT FEATURE DETECTION**

**MR. WITON DONPONDUN**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS  
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN COMPUTER SCIENCE  
GRADUATE SCHOOL KHON KEAN UNIVERSITY**

**2010**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
หลักสูตร  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

ชื่อวิทยานิพนธ์: การลดความซับซ้อนการคำนวณสำหรับการหาลักษณะเด่นของภาพ  
แบบ SIFT

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นายวิฑูลย์ คอนพรพัน

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ. ดร. สมจิตร อางอินทร์	ประธานกรรมการ
ดร. อัจฉรา มหาวีร์วัฒน์	กรรมการ
ผศ. ดร. สิริภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา	กรรมการ
ดร. คำรณ สุนันติ	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร. สิริภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ดร. คำรณ สุนันติ)

(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมาตย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกียรติ แสงอรุณ)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิบูลย์ ดอนพรทนต์. 2553. การลดความซับซ้อนการคำนวณสำหรับการหาลักษณะเด่นของภาพ  
แบบ SIFT. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผศ. ดร. สิริภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา, ดร. คำรณ สุนันติ

## บทคัดย่อ

246535

วิธีการ SIFT เป็นวิธีการที่หาลักษณะเด่นแบบท้องถิ่นที่มีประสิทธิภาพสูง แต่ต้องอาศัย  
การคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน งานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการ L-SIFT เพื่อลดความซับซ้อน  
ในการคำนวณดังกล่าว โดยปรับปรุงจากวิธีการ SIFT ดังนี้ ส่วนของการหาจุดสนใจด้วยฟังก์ชัน  
เกาส์เซียน จะใช้การประมาณค่าด้วย p-RPPRBF และส่วนของการกำหนดทิศทางจุดสนใจจะใช้  
การประมาณค่า arctan-like ด้วยการประมาณพหุนามเชิงเหตุผลอย่างง่าย ข้อดีของวิธีการ L-SIFT  
คือใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าวิธีการ SIFT และจุดสนใจที่หาได้จาก  
วิธีการนี้ยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการ SIFT อีกด้วย วิธีการ L-SIFT จะหาจุดสนใจจากภาพที่มี  
รายละเอียดสูงได้มากกว่าวิธีการ SIFT และเวลาที่ใช้ในการคำนวณทิศทางหลักของแผ่นภาพด้วย  
วิธีการ arctan-like เร็วกว่าการคำนวณด้วยวิธีการ arctan เดิม ร้อยละ 23.60 เมื่อหาความสัมพันธ์  
ของจุดสนใจที่ได้จากวัตถุเดียวกันที่ปรากฏในสองภาพ แต่มีมุมมอง ขนาด หรือรายละเอียดของ  
วัตถุแตกต่างกัน จุดสนใจที่หาจากวิธีการ L-SIFT จะมีความถูกต้องมากกว่าวิธีการ SIFT

Witoon Donpondtun. 2010. **Computational Complexity Reduction for the SIFT Feature**

**Detection.** Master of Science Thesis in Computer Science, Graduate School,  
Khon Kaen University.

**Thesis Advisors:** Asst. Prof. Dr. Sirapat Chiewchanwattana, Dr. Khamron Sunat

## ABSTRACT

246535

SIFT is a high performance local image feature extraction method that works extremely well but has the downside of requiring a lot of time to carry out the mathematical operations needed to produce results. This thesis proposes a method to reduce this time cost using L-SIFT, an improved version of the SIFT method. The Gaussian function for key points detection subprocess is replaced by the cheaper p-RPPRBF and the key points orientation computation subprocess is replaced by a simple rational polynomial arctan-like. The advantages of the L-SIFT are not only that it uses the cheaper mathematical operations but it also yields key points having higher quality than those from SIFT. L-SIFT finds more key points on an image with fine detail than the SIFT method. The time for calculating the primary orientation of image patches by arctan-like is faster than that of the ordinary arctan by 23.60%. The corresponding points from the two similar images in different views, sizes or detail, extracted by the L-SIFT are more accurate than the results from the SIFT.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์เป็นอย่างดีได้ด้วยความช่วยเหลือ จากอาจารย์ที่ปรึกษา ได้แก่ ผศ. ดร. สิริภัทร เชี่ยวชาญวัฒนา และ ดร. คำรณ สุน์ดี ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่อง ให้คำแนะนำในการเขียนโปรแกรมในการทดลอง ตลอดจนการเขียนรายงานทาง วิชาการเพื่อนำเสนอผลงานวิจัย การตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของงานทุกอย่าง รวมทั้ง วิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ (สควค.) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ทุน สนับสนุนการศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการเกษมศรี วงษ์เกิด อดีตผู้อำนวยการโรงเรียนนอင့်ชัยวิทยาคมที่ ได้ให้โอกาสในการลาศึกษาต่อ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการทวนทอง อาระลา ผู้อำนวยการ โรงเรียนนอင့်ชัยวิทยาคม ที่สนับสนุนและให้โอกาสในการลาศึกษาต่อจนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณคุณนริศรา ดอนพรทัน ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำที่ดีเสมอ และเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา

สุดท้าย ผลอันจะเป็นประโยชน์ ความดีงามทั้งปวงที่เกิดขึ้นจากการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแด่คุณพ่อและคุณแม่ที่เคารพยิ่ง และหากมีข้อบกพร่องด้วยประการใด ผู้วิจัยขอน้อมรับ ด้วยความขอบคุณยิ่ง

วิฑูลย์ ดอนพรทัน

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ช
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
3. ขอบเขตของการวิจัย	2
4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	26
1. วิเคราะห์การคำนวณตามขั้นตอนวิธี SIFT	26
2. การหาจุดสนใจด้วยวิธีการประมาณค่าฟังก์ชันเกรสเซียนด้วย p-RPPRBF	28
3. การกำหนดทิศทางการหลักของจุดสนใจด้วย arctan-like()	29
4. การวัดประสิทธิภาพของลักษณะเด่นของภาพ	30
5. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	30
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	31
1. ผลการทดลองวิเคราะห์การคำนวณตามขั้นตอนวิธี SIFT	31
2. ผลการทดลองการหาจุดสนใจด้วยวิธีการประมาณค่าฟังก์ชันเกรสเซียนด้วย p-RPPRBF	33
3. ผลการทดลองการกำหนดทิศทางการหลักของจุดสนใจด้วย arctan-like	35
4. ผลการทดลองการวัดประสิทธิภาพของลักษณะเด่นของภาพ	37

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5   สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	40
1. สรุปผลการวิจัย	40
2. ข้อเสนอแนะ	41
เอกสารอ้างอิง	42
ภาคผนวก	44
ประวัติผู้เขียน	62

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของตัวกรองแก๊สเชื้อน หลายระดับ	6
ตารางที่ 2 เวลาในการคำนวณทิศทางของเกรเดียนต์	35

## สารบัญภาพ

	หน้า	
ภาพที่ 1	ขั้นตอนการหาลักษณะเด่นของภาพ ด้วย SIFT	5
ภาพที่ 2	ตัวอย่างระดับชั้นของภาพที่สังวัตนาการด้วยตัวกรองแบบเกาส์เซียน หลายระดับ	7
ภาพที่ 3	ขั้นตอนการหาค่า Difference-of-Gaussian	7
ภาพที่ 4	ผลการคำนวณความแตกต่างด้วยวิธีการ LoG (บน) และ DoG (ล่าง)	8
ภาพที่ 5	การเปรียบเทียบข้อมูลจุดภาพกับจุดภาพข้างเคียง	9
ภาพที่ 6	การพิจารณาการตอบสนองต่อเส้นขอบ	10
ภาพที่ 7	การหาค่าทิศทางหลักของจุดสนใจ	11
ภาพที่ 8	การสร้างคำอธิบายลักษณะเด่นของภาพด้วยวิธีการ SIFT	12
ภาพที่ 9	ผังการทำงานของวิธีการ SIFT	13
ภาพที่ 10	การประมาณค่า tanh-like เทียบกับ tanh	14
ภาพที่ 11	การประมาณค่าด้วย p-RPPRBF เทียบกับค่าจากการคำนวณด้วย ฟังก์ชันเกาส์เซียน	15
ภาพที่ 12	การประมาณค่า arctan-like() เทียบกับ arctan()	17
ภาพที่ 13	รหัสคำสั่งภาษา matlab สำหรับ p-RPPRBF	19
ภาพที่ 14	ลักษณะของผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการ (ซ้าย) DoG (ขวา) Dop-RPPRBF	20
ภาพที่ 15	จุดสนใจที่ได้จากวิธี DoG และ Dop-RPPRBF	20
ภาพที่ 16	รหัสคำสั่งภาษา matlab สำหรับ arctan-like	21
ภาพที่ 17	การสุ่มจุดสนใจและการพิจารณา support ของวิธีการ RANSAC	22
ภาพที่ 18	การใช้เส้นสองเส้นเพื่อปรับภาพ $I_1$ และ $I_2$ ให้เชื่อมต่อกัน	23
ภาพที่ 19	ตัวอย่างภาพจากฐานข้อมูล Caltech101	27
ภาพที่ 20	ตัวอย่างภาพจากฐานข้อมูล ALOI	28
ภาพที่ 21	ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการทดสอบการกำหนดทิศทางหลักของจุดสนใจ	29
ภาพที่ 22	เวลาที่ใช้ในการคำนวณหาลักษณะเด่นของภาพตามขั้นตอนวิธี SIFT	31
ภาพที่ 23	เวลาที่ใช้ในการคำนวณหาลักษณะเด่นของภาพตามขั้นตอนวิธี SIFT เมื่อไม่พิจารณาเวลาในการสร้างคำอธิบายลักษณะเด่นของภาพ	32
ภาพที่ 24	จำนวนจุดสนใจเฉลี่ยจากการหาด้วยฟังก์ชันเกาส์เซียนและฟังก์ชัน p-RPPRBF	33

### สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 25 เวลาเฉลี่ยในการคำนวณการสร้างปริภูมิค่าในมิติขนาดและระยะทาง ด้วยวิธีการ SIFT เปรียบเทียบกับวิธีการ L-SIFT	34
ภาพที่ 26 เปรียบเทียบทิศทางของจุดสนใจที่ได้จากการคำนวณด้วย arctan และ arctan-like	36
ภาพที่ 27 ที่ถูกกำหนดด้วย arctan และ arctan-like	36
ภาพที่ 28 เวลาเฉลี่ยในการคำนวณการกำหนดทิศทางหลักของจุดสนใจ ด้วยวิธีการ SIFT เปรียบเทียบกับวิธีการ L-SIFT	37
ภาพที่ 29 ผลการวัดความคล้ายคลึงของลักษณะเด่นที่ได้จากวิธี SIFT และวิธี L-SIFT	38
ภาพที่ 30 การสร้างภาพมุกกว้างจากลักษณะเด่นของภาพจากวิธี SIFT และ L-SIFT	39

## รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

arctan-like	คือ	Piecewise Rational Approximation Function
DoG	คือ	Difference of Gaussian
Dop-RPPRBF	คือ	Difference of p-recursive piecewise polynomial RBF
LoG	คือ	Laplacian of Gaussian
L-SIFT	คือ	Low complexity SIFT
LUT	คือ	Look Up Table
PCA-SIFT	คือ	Principal Components Analysis applied to SIFT descriptors
p-RPP	คือ	p-Recursive Piecewise Polynomial
p-RPPRBF	คือ	p-Recursive Piecewise Polynomial Radial Basis Function
RIFT	คือ	* Rotation-Invariant generalization of SIFT
SIFT	คือ	Scale Invariant Feature Transform
SURF	คือ	Speeded-Up Robust Features
tanh	คือ	Hyperbolic Tangent Function
tanh-like	คือ	Approximating Function of Hyperbolic Tangent Function