



การตรวจสอบคุณภาพของเลนส์ด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง
Lens Quality Checking using Machine Learning

นาย ฅภัทร นิธิโสภา

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ
สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปีการศึกษา 2561

การตรวจสอบคุณภาพของเล่นส์ด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง

นาย ฌัทร นิธิโสภา

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ
สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....	ประธานกรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา
(ดร. สุริยา นัฏฐักพงศ์)	
.....	กรรมการ
(ดร.สุภชัย วงศ์บุญยัง)	
.....	กรรมการ
(อ.บุญฑริกา เกษมสันติธรรม)	

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวข้อโครงการ	การคัดแยกคุณภาพเลนส์ด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	ณภัทร นิธิโสภา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สุริยา นฤสฤกษ์พงศ์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ
คณะ	สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพของเลนส์ด้วยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง โดยในปัจจุบัน การตรวจสอบคุณภาพของเลนส์นั้น จะใช้คนเป็นผู้ตัดสินใจ ว่าเลนส์เป็นเลนส์ที่มีคุณภาพหรือไม่ โดยเลนส์ที่มีคุณภาพเป็นเลนส์ที่ไม่มีวงกลมและไม่มีเส้นปรากฏอยู่บนเนื้อเลนส์ ส่วนเลนส์ที่ไม่มีคุณภาพจะเป็นเลนส์ที่มีเส้น หรือ วงกลม ปรากฏอยู่บนเนื้อเลนส์ โดยโครงการวิจัยการคัดแยกคุณภาพของเลนส์ด้วยการเรียนรู้ของเครื่องได้ใช้เทคนิคโพลาไรเซชันของแสงผ่านเลนส์ เพื่อใช้ทดลองและเก็บข้อมูล โดยใช้กล้อง UI-3240LE-NIR CAMERA บันทึกภาพและวิเคราะห์ประมวลผลภาพ โดยใช้คอมพิวเตอร์ ร่วมกับการใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ในการตัดสินใจว่าภาพที่ได้เป็นเลนส์ที่มีคุณภาพหรือไม่ หลังจากทำการทดลองพบว่า วิธีการตรวจสอบคุณภาพของเลนส์ ด้วยการเรียนรู้ของเครื่องนั้นสามารถทำได้จริง โดยมีประสิทธิภาพ ในการตรวจสอบคุณภาพของเลนส์ถึง 99% ซึ่งวิธีนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อในสายการผลิตแบบอัตโนมัติได้ในอนาคต

คำสำคัญ : การตรวจสอบคุณภาพเลนส์ / โพลาไรเซชัน / การประมวลผลภาพ/ การเรียนรู้ของเครื่อง

Project Title	Lens Quality Checking using Machine Learning
Project Credits	6
Candidate	Mr. Nahpat Nithisopa
Project Advisor	Dr. Suriya Natsupakpong
Program	Bachelor of Engineering
Field of Study	Robotics and Automation Engineering
Faculty	Institute of Field Robotics
Academic Year	2018

Abstract

This research project is about checking the quality of the lens with machine learning methods. Currently the quality of lens is checked by operator. It is decided that a lens is good without a circle, or a line to appear on the lens texture. Not good lens has a line or a circle to appear on the lens texture. This research is the lens quality checking with machine learning. In this project, simulation, prototyping machine using the polarization method is used to experiment and collect persistent data. Afterward, using the UI-3240LE-NIR camera to capture and analyze an image with image processing and machine learning techniques to decide on lens quality in the computer. The result of experiments show that the lens quality checking using machine learning can be achieved a performance testing with 99 %. This method can be applied to check the quality of lens in manufacturing automation in the future.

Keywords : checking the quality of the lens / polarization / image processing / machine learning

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยความเมตตรรณา ของ ดร. สุริยา นัฏฐักพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา และคุณวิฑิตกุลปราณีต ผู้จัดการส่วนผลิตของบริษัท ไทยออปติคอล กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) ที่คอยให้คำชี้แนะและสนับสนุนตลอดการทำการโครงการนี้ รวมถึงความกรุณาจากหัวหน้าแผนกต่างๆที่เกี่ยวข้อง ในการเก็บตัวอย่างเลนส์เพื่อเก็บข้อมูล และขอขอบคุณคณะกรรมการสอบโครงการที่ได้ให้คำชี้แนะขอขอบคุณ บริษัท ไทยออปติคอล กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) ที่ให้งบประมาณสำหรับการทำเครื่องเพื่อทดสอบ และขอขอบคุณ นาย วัชรกร ดิเบเต๊ะ ที่ช่วยต่อเครื่องเพื่อทดสอบ และขอขอบพระคุณบิดามารดา และ ครอบครัวที่ให้งำลังใจ ทำให้โครงการสำเร็จไปด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๘
กิตติกรรมประกาศ	๙
สารบัญ	๑๐
รายการตาราง	๑๑
รายการรูปประกอบ	๑๒
ประมวลศัพท์และคำย่อ	๑๓

บทที่

1. บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ประโยชน์และผลคาดว่าจะได้รับของงานวิจัย	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
2. ทฤษฎี/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1.1 OpenCV	4
2.1.2 โพลาริเซชัน	5
2.1.3 การเรียนรู้ของเครื่อง	6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.2.1 การตรวจสอบชนิดเลนส์โดยการประมวลผลภาพ	9
2.2.1.1 การตรวจสอบด้วยวิธีนับจำนวนพิกเซลของภาพ	9
2.2.1.2 การตรวจสอบด้วยวิธีการหาวัตถุบนภาพ	10

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2 การพัฒนาประสิทธิภาพแบบจำลองของการจำแนก อารมณ์จากข้อความภาษาไทยโดยใช้เทคนิคปรับปรุง ดัชนีของคำร่วมกับการเรียนรู้ของเครื่อง	12
2.3 A Deep Learning Prediction Model for Object Classification	12
2.4 การประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อจำแนก ประเภทการใช้ที่ดินด้านเกษตรกรรมในประเทศไทยโดยใช้ซอฟต์แวร์คาเฟ	13
2.5 Computer Vision and Deep Learning in Autonomous Drones	14
3. ระเบียบวิธีวิจัย	16
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	16
3.2 การสำรวจสภาพปัจจุบัน	17
3.2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเลนส์	17
3.3 การออกแบบเครื่องส่องเลนส์	21
3.4 การออกแบบทางกล	22
3.5 การออกแบบทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	23
3.6 ภาพรวมของระบบ	24
3.7 การออกแบบโปรแกรม	24
3.8 Machine Learning Detail	25
4. การทดลองและผลการทดลอง/วิจัย	32
4.1 บทนำ	32
4.2 Machine Vision	32
4.2.1 Image Preprocessing	32
4.2.2 Machine Learning	36
4.2.3 Test Model	40
4.3 สรุป	45
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผล	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	46

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	47
ประวัติผู้วิจัย	48

รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า
2.1 ตัวอย่างเลนส์ที่ไม่ได้คุณภาพแบบวงกลม	3
2.2 ตัวอย่างเลนส์ที่ไม่ได้คุณภาพแบบมีเส้น	4
2.3 แสดงรูปก่อนและหลังการประมวลผลภาพของ OpenCV	
2.4 แสดงแสดงที่ผ่านแผ่นโพลาไรซ์เพียงระนาบเดียว	5
2.5 แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง Traditional Programming กับ Machine Learning	6
2.6 แสดง 10 อันดับความนิยมของภาษา Programming	8
2.7 แผนผังการทำงานของตรวจสอบด้วยวิธีการหาพิกเซลบนภาพ	9
2.8 การตรวจสอบด้วยวิธีการนับจำนวนพิกเซลของภาพ	10
2.9 แผนภาพแสดงการทำงานของตรวจสอบคุณภาพเลนส์ ด้วยวิธีการหาวัตถุที่มีขนาดใกล้เคียงกันที่เกิดบนภาพ	11
2.10 การตรวจสอบด้วยวิธีการหาวัตถุบนภาพ	11
2.11 แสดงวิธีการทำงานด้วย MATLAB ของ Deep Learning	13
2.12 แสดงตำแหน่งการวางกล้อง	13
2.13 แสดงการตรวจจับหุ่นยนต์จากระยะไกล	15
3.1 เป็นรูปการแสดงขั้นตอนการทำงาน	17
3.2 เป็นการแสดงประเภทของเลนส์ที่บริษัททำการผลิตทั้งหมด	17
3.3 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 1 ที่ได้คุณภาพ	18
3.4 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 1 ที่ไม่ได้คุณภาพแบบมีเส้น(41)	18
3.5 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 2 ที่ได้คุณภาพ	18
3.6 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 2 ที่ไม่ได้คุณภาพแบบมีเส้น(41)	18
3.7 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 2 ที่ไม่ได้คุณภาพแบบมีวงกลม(40)	19
3.8 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 4 ที่ได้คุณภาพ	19
3.9 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 4 ที่ไม่ได้คุณภาพแบบมีเส้น(41)	19
3.10 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 5 ที่ได้คุณภาพ	19
3.11 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 5 ที่ไม่ได้คุณภาพแบบมีเส้น(41)	20
3.12 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 5 ที่ไม่ได้คุณภาพแบบมีวงกลม(40)	20
3.13 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 6 ที่ได้คุณภาพ	20

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูป	หน้า
3.14 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 6 ที่ไม่ได้คุณภาพแบบมีเส้น(41)	20
3.15 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 8 ที่ได้คุณภาพ	21
3.16 ตัวอย่างเลนส์ SEMI Base 8 ที่ไม่ได้คุณภาพแบบมีเส้น(41)	21
3.17 เครื่องส่องเลนส์ ต้นแบบของ ถนัดดา ถาวรกุล	21
3.18 เครื่องส่องเลนส์ขณะนี้	22
3.19 แสดงการออกแบบทางกล	23
3.20 แสดงอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบ	23
3.21 แสดงภาพรวมของระบบ	24
3.22 แสดงการทำ Self-consistency Test	26
3.23 แสดงการทำ Split Test	27
3.24 แสดงการทำ Cross-Validation (1)	28
3.25 แสดงการทำ Cross-Validation (2)	29
3.26 แสดงการทำ Cross-Validation (3)	30
3.27 แสดงการทำ Cross-Validation (4)	31
4.1 แสดงรูปหลังผ่านขั้นตอน Crop Len	33
4.2 แสดงรูปหลังผ่านขั้นตอนการ Blur	33
4.3 แสดงรูปหลังผ่านขั้นตอนการทำ Laplace	34
4.4 แสดงรูปหลังผ่านขั้นตอนการ Gaussian Blur	34
4.5 แสดงรูปหลังผ่านขั้นตอนการตัด Threshold	35
4.6 แสดงรูปหลังผ่านขั้นตอนการทำ Gaussian Blur อีกครั้ง	35
4.7 แสดงรูปหลังผ่านขั้นตอนการทำ Erode	36
4.8 ภาพแสดงประสิทธิภาพของModel ที่มีค่า Learning Rate สูง โดยมีค่า Epoch ที่ 20	38
4.9 ภาพแสดงประสิทธิภาพของModel ที่มีค่า Learning Rate สูง โดยมีค่า Epoch ที่ 40	38
4.10 ภาพแสดงประสิทธิภาพของModel โดยที่ยังไม่ผ่าน การปรับModelและยังไม่ผ่านการทำ Image Preprocessing	39

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูป	หน้า
4.11 กราฟแสดงประสิทธิภาพของModel โดยที่ยัง ผ่านการปรับModelแต่ยังไม่ผ่านการทำ Image Preprocessing	39
4.12 กราฟแสดงประสิทธิภาพของModel โดยที่ ยังผ่านการปรับModelและผ่านการทำ Image Preprocessing	40
4.13 ภาพที่ได้สำหรับเลนส์ที่ไม่ได้คุณภาพแบบมีเส้น (41) หลังนำไปใช้งาน	41
4.14 ภาพที่ได้สำหรับเลนส์ที่ไม่ได้คุณภาพแบบวงกลม (40) หลังนำไปใช้งาน	41
4.15 ภาพที่ได้สำหรับเลนส์ที่ไม่ได้คุณภาพแบบมีเส้น (41) หลังนำไปใช้งาน โดยเป็นเส้นที่มองเห็นด้วยตาได้ยาก	42
4.16 ภาพที่ได้สำหรับเลนส์ที่ไม่ได้คุณภาพโดยModel ไม่สามารถแยกได้ว่า เป็นเลนส์ที่มีคุณภาพ หรือ ไม่มี คุณภาพ แต่ในภาพเป็นเลนส์ ที่ไม่มีคุณภาพแบบวงกลม (40)	42
4.17 ภาพที่ได้สำหรับเลนส์ที่ได้คุณภาพหลังนำไปใช้งาน	43
4.18 ภาพที่ได้สำหรับเลนส์ที่ได้คุณภาพหลังนำไปใช้งาน	43

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 แสดง Input สำหรับ Supervised Learning	6
2.2 แสดง Input สำหรับ Unsupervised Learning	7
2.3 แสดง Output สำหรับ Unsupervised Learning	7
2.4 การตรวจสอบด้วยวิธีการนับจำนวนพิกเซลของภาพ	10
2.5 การตรวจสอบด้วยวิธีการหาวัตถุบนภาพ	11
2.6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพอัลกอริทึมซัพพอร์ตเวกเจอร์แมชชีน	12
2.7 แสดงการเปรียบเทียบแต่ละโมเดลใน Activate Function ที่ต่างกัน	14
4.1 แสดงผลการทดลองหลังนำไปทดสอบจริง	44

ประมวลศัพท์และคำย่อ

AI = Artificial Intelligence

Img = Image

Val = Validation

Acc = Accuracy