



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การตรวจจับรูปร่างของตัวกรองสำหรับเครื่องติดตั้งตัวกรอง

CONTOUR DETECTION FOR FILTER INSTALL MACHINE

นางสาวชกกิม เอง 09610628

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 618493 สหกิจศึกษา

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบคอมพิวเตอร์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2564



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การตรวจจับรูปร่างของตัวกรองสำหรับเครื่องติดตั้งตัวกรอง
CONTOUR DETECTION FOR FILTER INSTALL MACHINE

นางสาวชกกิม เอง 09610628

ปฏิบัติงาน ณ

แผนก Advance Manufacturing Engineering (AME)

สถานประกอบการ

บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด

140 หมู่ 2 ถนนอุดมสมบูรณ์ ตำบลคลองจิก อำเภอบางปะอิน

จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13160

บทคัดย่อ

การปฏิบัติสหกิจศึกษาในครั้งนี้ผู้จัดทำได้รับโอกาสให้เข้าปฏิบัติงาน ณ บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล สตอเรจ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด (บางปะอิน) ในแผนก Advance Manufacturing Engineering ตั้งแต่วันที่ 05 กรกฎาคม 2564 ถึง วันที่ 07 พฤศจิกายน 2564 ได้รับมอบหมายงานให้ จัดทำงานโครงงาน CONTOUR DETECTION FOR FILTER INSTALL MACHINE โดยศึกษา และ ออกแบบระบบการตรวจจับรูปร่างของตัวกรองแต่ละชั้นให้แยกออกจากกัน และสามารถส่งค่าพิกัด ตำแหน่งของตัวกรองแต่ละชั้นกลับมา เพื่อสามารถทำการหยิบตัวกรองออกจากถาดไปติดตั้งได้ โดยใช้กล้องถ่ายภาพของตัวกรองที่วางอยู่บนถาดและทำการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา Python บน ซอฟต์แวร์ Visual Studio Code โดยใช้ library OpenCV ในการวิเคราะห์ภาพ

จากการจัดทำโครงงาน สามารถนำเอาข้อมูลจากภาพที่ถ่ายมาจากกล้องมาใช้ประโยชน์ใน การในการตรวจจับตัวกรอง เพื่อช่วยมนุษย์ในการจัดเรียงตัวกรอง โดยอาจมีความยุ่งยาก และใช้ เวลานาน โครงงานนี้จะสามารถทำการช่วยลดระยะเวลาในการจัดเรียงตัวกรองโดยมนุษย์ และได้ เรียนรู้สิ่งต่างๆ มากมาย ได้เรียนรู้และฝึกฝนทักษะการนำเสนอ การทำงานร่วมกับผู้อื่น เรียนรู้ วัฒนธรรมขององค์กร ได้รับคำปรึกษา คำแนะนำ ข้อเสนอแนะและความช่วยเหลือในการจัดทำ โครงงานนี้จากบุคคลหลายฝ่าย ทำให้ได้รับมิตรภาพที่ดีจากการทำงาน

จากกิจกรรมเสริมอื่นๆที่ได้ร่วมปฏิบัติในแผนก ได้ได้รับความรู้และทักษะอื่นที่นอกเหนือจาก การเรียน ไม่ว่าจะเป็นการสนทนากับเพื่อนชาวต่างชาติเป็นภาษาอังกฤษ และ ภาษาไทย การทำ กิจกรรม เพื่อสร้างวินัยให้กับตนเองและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในการทำงานในอนาคต

Abstract

In Cooperative Education, the organizers were given the opportunity to work at Western Digital Storage Technologies (Thailand) Co.,Ltd (Bang Pa-in) in the Advance Manufacturing Engineering Department from 05 July 2021 to 07 November 2021. Assigned to work on the CONTOUR DETECTION FOR FILTER INSTALL MACHINE project by studying and detecting a separate filter shape detection system. And return values of the coordinates of each filter. To be able to pick-up the filter from the tray and install it in machine. Using the camera capture image of the filter placed on the tray and programming it by using Python language on Visual Studio Code software and using the OpenCV library to analyze the image.

In this project, images captured by the camera can be used to detect filters and to help humans sort out the filters which may be difficult and takes a long time. This project will be able to reduce the time required to arrange the filters manually. And learned a lot of things, learned and practiced presentation skills working with others and learn about corporate culture. Received advice, suggestions and assistance in the preparation of this project from various departments. Make good friendships of work.

From other supplementary activities that have been carried out in the department gain knowledge and skills other than studying whether it's conversations with foreign friends in English and Thai and doing activities to create self-discipline and can be applied in future work.

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล สตอเรจ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด (บางปะอิน) ตั้งแต่วันที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ.2564 ถึงวันที่ 7 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 นั้น ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือ และสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

Supervisor

คุณ ภาณุวัตร	รอดโณม	Supervisor
--------------	--------	------------

Project Consultant

Mr Sarawut	Winyagul	Specialized Engineer
Mr Thitikorn	Budwong	Specialized Engineer

Mentors

Mr Weerapat	Somtua	Engineer
Mr Jirayu	Junna	Engineer

Advisor

Dr Ploybussara	Gomasang
----------------	----------

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนในการให้ข้อมูล รวมทั้งเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแล และให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

Ms. Sokkim ENG

ผู้จัดทำรายงาน

20 กันยายน 2564

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับสถานประกอบการ	1
1.2 ที่มาและความสำคัญ	2
1.3 วัตถุประสงค์	2
1.4 ขอบเขต	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 IDE Visual Studio Code (VS Code)	4
2.2 ภาษา Python	5
2.3 OpenCV (OpenCV Library)	6
2.4 iVCAm Application	7
2.5 Watershed Algorithm	9
2.6 การประมวลผลภาพ (Image Processing)	10
2.7 Recirculation Filter	12
2.8 กล้องและเซ็นเซอร์กล้อง	13
2.9 แหล่งกำเนิดแสงแบบตรง และ ตัวควบคุมแหล่งกำเนิดแสง	16
2.10 คำนวณหา พิกัดในหน่วย มิลลิเมตร	18

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	19
3.1 การออกแบบการทำงานของระบบ	19
3.1.1 การทำงานของเครื่องติดตั้งตัวกรอง	19
3.1.2 ระบบการยกตัวกรองออกจากถาด	20
3.2 การสร้างแบบจำลอง	21
3.3 System Overview	22
3.3.1 Hardware	22
3.3.2 Software	23
3.4 อัลกอริทึมโค้ดที่ใช้ในการวิเคราะห์	24
บทที่ 4 ผลดำเนินงาน	25
4.1 เงื่อนไขการทดลอง	25
4.2 ผลการทดลอง และวิเคราะห์ผลลัพธ์	26
4.2.1 กรณีที่ 1	27
4.2.2 กรณีที่ 2	29
บทที่ 5 สรุปผลและขอเสนอแนะ	31
5.1 สรุปผล	31
5.2 ปัญหา และข้อเสนอแนะ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	34
ภาคผนวก อัลกอริทึมโค้ดใน Visual Studio Code	35
ประวัติผู้ทำรายงาน	36

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	3
3.1 แสดงวัตถุที่เอาไปใช้แทน hardware จริง	21
4.1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์วัตถุจำลองทั้ง 10 ชิ้น	27
4.2 แสดงผลลัพธ์ค่าตำแหน่งพิกัดX,Y ในหน่วยมิลลิเมตรและมุมของตัวกรองแต่ละชิ้น	29
4.3 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์วัตถุจำลองทั้ง 15 ชิ้น	29
4.4 ความแม่นยำหลังจากทำการวิเคราะห์วัตถุ 15 ชิ้น	30
4.5 ความแม่นยำหลังหยิบวัตถุออก 12 ชิ้น	30
4.6 ความแม่นยำหลังหยิบวัตถุออกทั้งหมด	30

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 หน้าต่าง VS Code	5
2.2 หน้าต่างเขียนโค้ดภาษา Python	6
2.3 โลจิกฟังก์ชัน OpenCV	7
2.4 การเชื่อมต่อ iVcam Application ระหว่างสมาร์ตโฟนกับคอมพิวเตอร์	8
2.5 Watershed Algorithm	9
2.6 อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับระบบประมวลผลภาพ	10
2.7 ตัวอย่างส่วนประกอบของ Hard Disk Drive	12
2.8 แสดงตำแหน่งที่ใส่ Recirculation Filter เข้าใน Hard Disk	13
2.9 วิธีการทำงานของกล้องรับภาพแบบเส้น	14
2.10 กล้องรับภาพแบบเส้น (Line Scan Camera)	14
2.11 วิธีการทำงานของกล้องรับภาพแบบพื้นที่	15
2.12 กล้องรับภาพแบบพื้นที่	15
2.13 แหล่งกำเนิดแสงแบบตรง (Direct Ring Light source)	16
2.14 ตัวควบคุมแหล่งกำเนิดแสง (Light source controller)	17
2.15 วิธีหา FOV และการวางกล้องถ่ายรูป	18
3.1 แสดงวิธีหาพิกัดของตัวกรองโดยตัวดูด	20
3.2 ตัวกรอง และถาดต้นแบบ	21
3.3 ตัวกรองและถาดจำลอง	21
3.4 แสดง System Overview ของ Hardware	22
3.5 แสดง System Overview ของ Software	23
3.6 การวิเคราะห์หาผลลัพธ์	24
3.7 การออกแบบการทดลอง	25
3.8 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์	26

บทที่ 1

บทนำ

1.1 รายละเอียดเกี่ยวกับสถานประกอบการ

ชื่อภาษาไทย : บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล สตอเรจ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

ชื่อภาษาอังกฤษ : Western Digital Storage Technologies (Thailand) Co.,Ltd

ที่ตั้ง: นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน 140 หมู่ที่ 2 ตำบลคลองจิก อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13160

เบอร์โทรศัพท์ : (0) 3527-7000

บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล จำกัด “Western Digital Storage Technologies (Thailand) Co.,Ltd” หรือ WD เป็นผู้บุกเบิกเทคโนโลยีทางด้าน Hard Disk Drive และเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Data Storage Device) อันดับหนึ่งของโลก ก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1970 ซึ่งมีการสำนักงานใหญ่อยู่ที่เมืองเออร์วิน มลรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ก่อนขยายมาสู่ภูมิภาคเอเชีย ในปีค.ศ. 2002 ตั้งฐานการผลิตที่นิคมอุตสาหกรรมนวนคร และในปี ค.ศ.2003 ตั้งฐานการผลิตที่นิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน ต่อมา นิคมอุตสาหกรรมบางปะอินเป็นฐานผลิตหัวอ่านที่ใหญ่ที่สุดของ เวสเทิร์น ดิจิตอล ซึ่งได้รับความร่วมมืออย่างดีกับรัฐบาลไทย โดยเป็นโรงงานสำหรับออกแบบการผลิตและจำหน่ายฮาร์ดดิสก์ ที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพสูง มีชิ้นส่วนสำคัญที่ผลิตในประเทศไทย คือ หัวเขียน-อ่าน (Slider) ชุดแขนยึดหัวอ่าน (Head Gimbal Assembly-HGA) ชุดประกอบหัวอ่าน (Head Stack Assembly HSA) และฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive-HDD) ซึ่งในปี ค.ศ. 2011 ได้เข้าซื้อกิจการในส่วนที่ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์จากบริษัทฮิตาชิโกลบอลสตอเรจ (ประเทศไทย) จำกัด (Hitachi Global Storage Technologies, HGST) และควบรวมสำเร็จในปี ค.ศ. 2015 สถานที่ตั้งโรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ตั้งอยู่ที่นิคมอุตสาหกรรม 304 ตำบลท่าตูม อำเภอศรีมหาโพธิ์ จังหวัดปราจีนบุรี และในเดือนตุลาคม 2015 บริษัท เวสเทิร์นดิจิตอลคอร์ป ได้เข้าซื้อกิจการของบริษัทแซนด์สแควร์คอร์ปอเรชั่น (SanDisk Corporation) เป็นผู้ผลิตหน่วยความจำแบบแฟลช (SDD) ที่ใหญ่ติดอันดับ Fortune 500 S&P 500 ผลิตภัณฑ์หลักคือโซลูชันการจัดเก็บข้อมูลแบบแฟลชใช้ฝังในสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และพีซี ซึ่งปัจจุบันบริษัทเวสเทิร์น ดิจิตอล คอร์ปอเรชั่น (Western Digital Corporation) อยู่ภายใต้การบริหารงานของ เดวิด โกลเคเลอร์ (David Goeckeler) CEO Western Digital

1.2 ที่มาและความสำคัญ

ในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต และประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ จะมีชิ้นส่วนต่างๆที่จะเอาไปประกอบเข้าด้วยกันก่อนที่จะเป็นฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่สมบูรณ์แบบ ชิ้นส่วนทั้งนี้มี Clamp, Spacer, Bracket, HGA, Disk, Filter, Base, Top Cover เป็นต้น ดังนั้น ในโครงการนี้ จะพูดถึงการปรับปรุงระบบการติดตั้งของตัว Filter โดยทำการตรวจจับรูปร่างของตัว Filter สำหรับเครื่องติดตั้งตัวกรอง โดยปัจจุบันในสายการผลิตจะมีคนดำเนินงานหนึ่งคนที่ต้องทำการจัดเรียงตัวของ Filter อย่างเป็นระเบียบบนถาดก่อนที่จะติดตั้ง ด้วย Filter ไม่สามารถอยู่ติดกันหรือวางทับซ้อนกันได้ ถ้าวาง Filters ทับกันหรือชิดกันจะไม่สามารถแยก Filters แต่ละอันได้เพราะว่าสีของ Filters จะทำให้เห็นว่าเป็น Filter ตัวเดียว ทำให้ปัจจุบันถาดหนึ่งอันสามารถบรรจุ Filter ได้ 20 อัน และแต่ละครั้งเครื่องจักรสามารถบรรจุได้ 5 ถาด ดังนั้นในการทำงานของเครื่องจักรแต่ละครั้งก็สามารถติดตั้งตัว Filter ได้ 100 อัน

1.3 วัตถุประสงค์

- 1.3.1 เป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการตรวจจับตัวกรอง
- 1.3.2 เพื่อเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนตัวกรองบนถาดเตรียมสำหรับการติดตั้ง
- 1.3.3 เป็นการปรับปรุงกระบวนการสำหรับระบบอัตโนมัติใหม่

1.4 ขอบเขต

- 1.4.1 สามารถวาง Filter ทับซ้อนกันบนถาดได้
- 1.4.2 สามารถตรวจจับ และแยแยกตัว Filter ที่ทับซ้อนกันให้เป็น Filter ตัวเดียว
- 1.4.3 ตำแหน่ง (พิกัด X,Y และมุม) ของตัว Filter ที่จะทำการยกออก

1.5 แผนดำเนินงาน

วางแผนการทำงานตลอด 4 เดือนว่า มีรายการสิ่งที่ต้องทำ อาจเป็นแบ่งเป็นจำนวน 16 สัปดาห์

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	2564			
เริ่มวันที่ 05 กรกฎาคม 2564 ถึง 7 พฤศจิกายน 2564	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ย
1). ศึกษาหาหัวข้อโครงการ	↔			
2). เรียนรู้ภาษา Python, OpenCV และกระบวนการติดตั้งตัวกรอง		↔		
3). เก็บภาพจำลอง และ แบบ real-time		↔		
4). ใช้อัลกอริทึมเพื่อทำการแยก Filter ออกจากกัน		↔		
5). เขียนโค้ดให้ตรวจจับตัว Filter ตัวเดียว		↔		
6). เขียนโค้ดหาพิกัดตำแหน่งและมุมของ Filter ที่ตรวจจับได้				↔
7). หาพิกัดตำแหน่งในหน่วย มิลลิเมตร				↔
8). การทดสอบและปรับปรุง				↔

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ระยะเวลาสั้นลงเทียบกับการจัดเรียงตัวกรองบนภาคโดยมนุษย์

1.6.2 มนุษย์สามารถทำงานที่กระบวนการอื่นได้ โดยไม่ต้องใช้เวลามากกับการจัดเรียงตัวกรอง

1.6.3 จะเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการสายการผลิต เนื่องจากตัวกรองมากกว่า 20 ตัวสามารถวางบนภาคได้

1.6.4 สามารถเอาอัลกอริทึมไปใช้ในการแยกรูปร่างของวัตถุต่างๆที่ทับซ้อนกัน และ สามารถตรวจจับวัตถุ 1 ชิ้นได้

1.6.5 ใช้ในการตรวจสอบการเคลื่อนไหว หรือการแบ่งส่วน และ วิเคราะห์รูปร่างของวัตถุ และ การตรวจจับวัตถุ

บทที่ 2

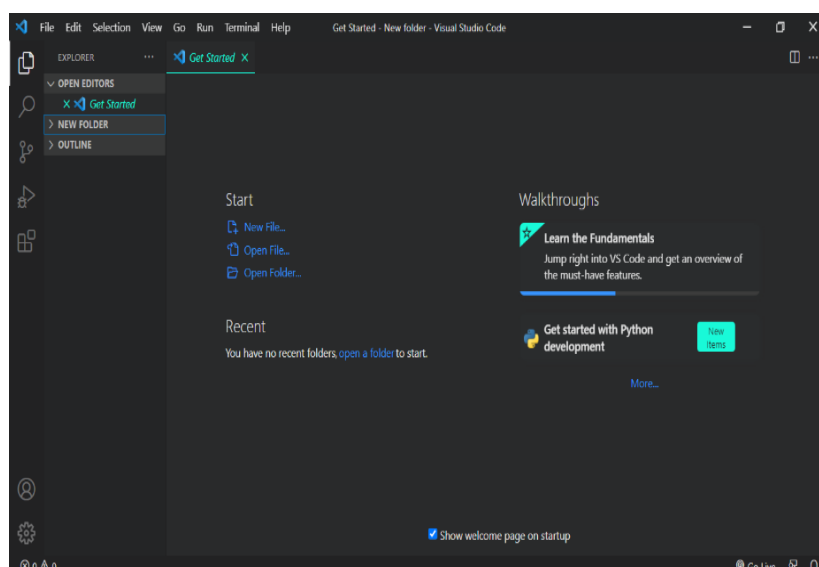
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงงานนี้จะใช้กล้องในการถ่ายภาพ และเอาไปภาพวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบและแยกแยะ Filter ที่ทับซ้อนกันได้ โดยในภาคจะมีการวาง Filter หลายๆอัน ดังนั้นบทนี้จะมีรายละเอียดต่างๆ เป็นหัวข้อดังนี้

- 2.1. IDE Visual Studio Code (VS Code)
- 2.2. ภาษา Python
- 2.3. ไลบรารี OpenCV
- 2.4. iVCam Application
- 2.5. Watershed Algorithm
- 2.6. การประมวลผลภาพ (Image Processing)
- 2.7. Recirculation Filter
- 2.8. กล้องและเซ็นเซอร์กล้อง
- 2.9. แหล่งกำเนิดแสงแบบตรง & ตัวควบคุมแหล่งกำเนิดแสง
- 2.10. คำนวนหาพิกัดในหน่วย มิลลิเมตร

2.1 IDE Visual Studio Code (VS Code)

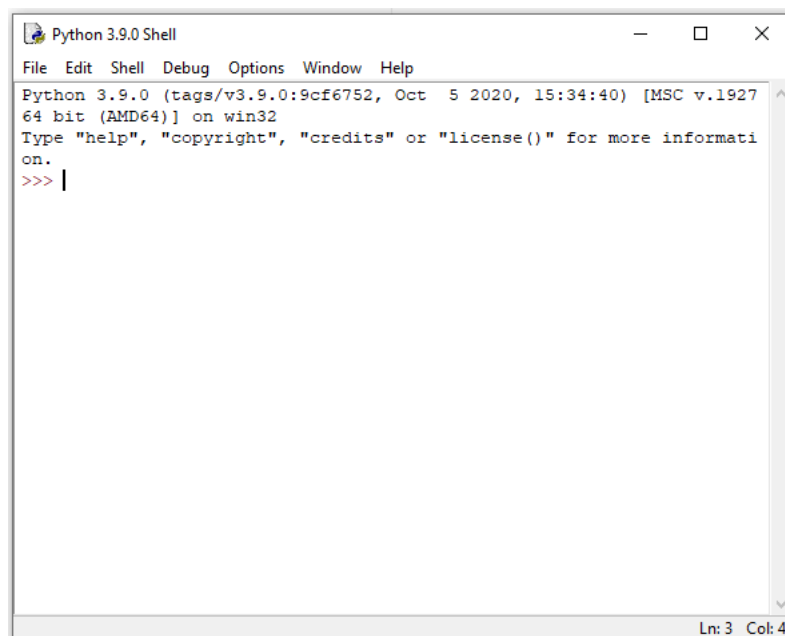
VS Code หรือ Visual Studio Code จากบริษัทไมโครซอฟต์ เป็นโปรแกรมประเภท Editor ใช้ในการแก้ไขโค้ดที่มีขนาดเล็ก แต่มีประสิทธิภาพสูง เป็น Open Source โปรแกรมจึงสามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานหลายแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows , macOS และ Linux รองรับหลายภาษาทั้ง JavaScript, TypeScript และ Node.js ในตัว และสามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ง่าย สามารถนำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือและส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช่มากมาย รองรับการใช้งานภาษาอื่น ๆ ทั้ง ภาษา C++ , C# , Java , Python , PHP หรือ Go สามารถปรับเปลี่ยน Themes ได้ มีส่วน Debugger และ Commands เป็นต้น



รูปที่2.1 หน้าต่าง VS Code

2.2 ภาษา Python

ภาษาโปรแกรม Python คือภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง โดยถูกออกแบบมาให้เป็นภาษาสคริปต์ที่อ่านง่าย โดยตัดความซับซ้อนของโครงสร้างและไวยากรณ์ของภาษาออกไป ในส่วนของ การแปลงชุดคำสั่งที่เราเขียนให้เป็นภาษาเครื่อง Python มีการทำงานแบบ Interpreter คือเป็น การแปลชุดคำสั่งทีละบรรทัด เพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยประมวลผลให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เรต้องการ นอกจากนั้นภาษาโปรแกรม Python ยังสามารถนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมได้หลากหลายประเภท โดยไม่ได้จำกัดอยู่ทำงานเฉพาะทางใดทางหนึ่ง (General-purpose Language) จึงทำให้มีการนำไปใช้ กันแพร่หลายในหลายองค์กรใหญ่ระดับโลก ในโครงการนี้ก็จะมีการนำมาใช้เพื่อจะเป็นตัวกลางในการ ประมวลผล วิเคราะห์ ข้อมูลของภาพ



รูปที่2.2 หน้าต่างเขียนโค้ดภาษา Python

2.3 OpenCV (OpenCV Library)

OpenCV (Open source Computer Vision) เป็นไลบรารีฟังก์ชันการเขียนโปรแกรม (Library of Programming Functions) โดยส่วนใหญ่จะมุ่งเป้าไปที่การแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์แบบเรียลไทม์ (Real-Time Computer Vision) เดิมทีแล้วถูกพัฒนาโดย Intel แต่ภายหลังได้รับการสนับสนุนโดย Willow Garage ตามมาด้วย Itseez (ซึ่งต่อมาถูกเข้าซื้อโดย Intel) OpenCV เป็นไลบรารีแบบข้ามแพลตฟอร์ม (Cross-Platform) และใช้งานได้ฟรีภายใต้ลิขสิทธิ์ของ BSD แบบโอเพ่นซอร์ส (Open-Source BSD License) OpenCV ยังสนับสนุนเฟรมเวิร์กการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning Frameworks) ได้แก่ TensorFlow, Torch/PyTorch และ Caffe ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน OpenCV มีดังนี้

- ชุดเครื่องมือคุณลักษณะ 2 มิติและ 3 มิติ (2D and 3D feature toolkits)
- การประมาณระยะในขณะเคลื่อนที่ (Egomotion Estimation)
- ระบบรู้จำใบหน้า (Facial recognition system)
- การจดจำท่าทาง (Gesture recognition)
- ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human-Computer interaction; HCI)

ภาษาการเขียนโปรแกรม OpenCV ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษา C++ มีการรองรับ Python, Java และ MATLAB/OCTAVE -- API สำหรับอินเทอร์เน็ตเหล่านี้สามารถพบได้ในเอกสารออนไลน์ ซึ่งมีการรวมไว้หลากหลายภาษา เช่น C#, Perl, Ch, Haskell และ Ruby ได้รับการพัฒนาเพื่อส่งเสริมการนำมาใช้งานโดยผู้ใช้ที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 2.3 โลโก้ฟังกชัน OpenCV

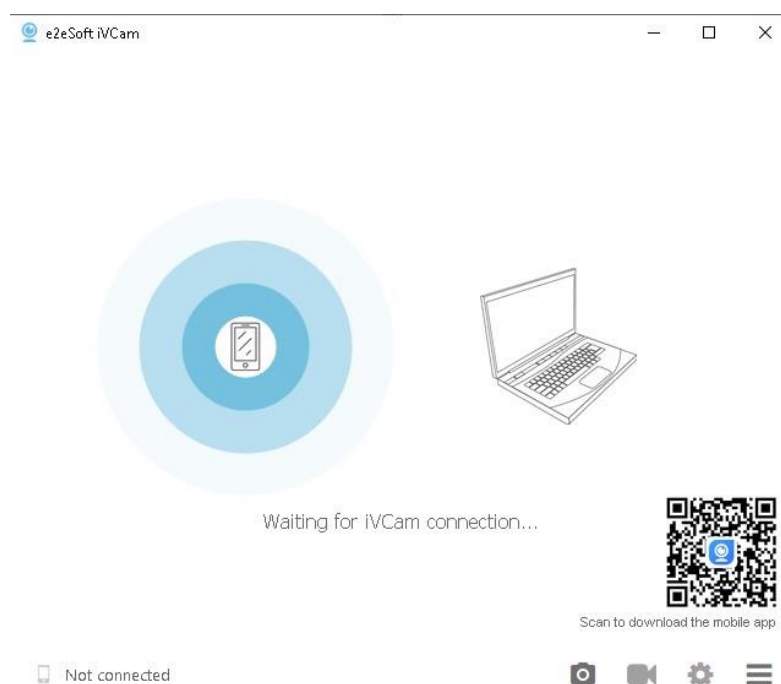
2.4 iVCam Application

iVCam (โปรแกรมเปลี่ยนกล้องมือถือเป็น Webcam บน PC): สำหรับโปรแกรมนี้นี้ชื่อว่า "iVCam" เป็นโปรแกรมที่เปลี่ยนสมาร์ทโฟนให้กลายเป็นกล้อง Webcam คุณภาพ สำหรับ Windows PC โดยสามารถติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องได้ง่ายๆ และโหลดแอปพลิเคชันที่ใช้เชื่อมต่อลงบนสมาร์ทโฟน ซึ่งแอปพลิเคชัน นั้นมีชื่อว่า "iVCam Webcam" สามารถดาวน์โหลดได้ผ่าน App Store และ Play Store

วิธีใช้งาน iVCam: ทำการเปิดโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ และ เปิดแอปพลิเคชันบนมือถือ เพื่อค้นหาการเชื่อมต่อโดยอุปกรณ์ทั้ง 2 อุปกรณ์ทั้ง 2 ต้องการเชื่อมต่อ สัญญาณ อินเทอร์เน็ต เช่น WiFi หรือ 4G โดยใช้เครือข่ายเดียวกันถึงสามารถใช้งานได้ เมื่อเปิดเข้ามาสามารถตั้งค่ากล้องให้เป็นแนวตั้งหรือแนวนอนได้ รวมถึงปรับคุณภาพของวิดีโอ และเสียงให้คมชัดระดับ HD

Program Feature (คุณสมบัติและความสามารถของโปรแกรม iVCam อย่างละเอียด)

1. เปลี่ยนสมาร์ทโฟนของคุณให้กลายเป็นกล้อง Webcam คุณภาพ
2. เชื่อมต่อได้ผ่าน WiFi และ USB ใช้งานง่าย
3. ปรับคุณภาพวิดีโอได้สูงสุด 4K
4. ปรับ Frame rate วิดีโอได้สูงสุด 60p
5. ถ่ายวิดีโอได้ทั้ง Portrait และ Landscape
6. รองรับโหมด Face Beauty, Flash, ปรับโฟกัส และกลับภาพ
7. รองรับ Wireless microphone
8. จับภาพ หรืออัดวิดีโอได้



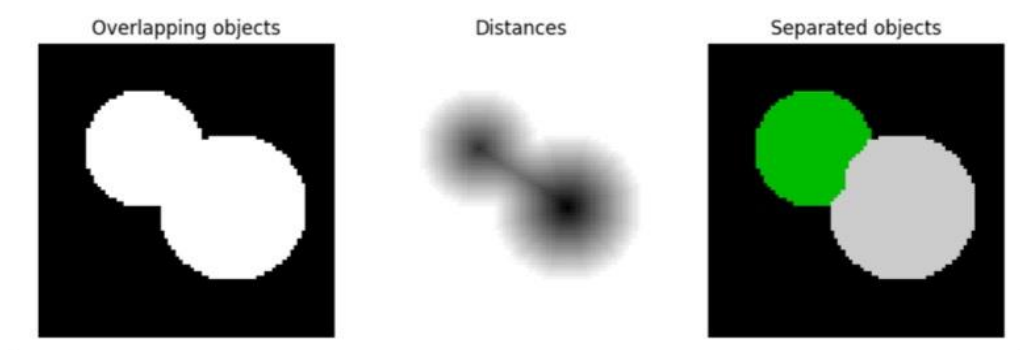
รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่อ iVCam ระหว่างสมาร์ทโฟนกับคอมพิวเตอร์

2.5 Watershed Algorithm

Watershed Algorithm เป็นอัลกอริธึมแบบคลาสสิกที่ใช้สำหรับการแบ่งส่วน และมีประโยชน์อย่างยิ่งในการแยกวัตถุที่สัมผัสหรือทับซ้อนกันในภาพ เช่น เหยี่ยว 2 ตัวในรูปด้านล่าง

วิธีการประมวลผลภาพแบบดั้งเดิม เช่น การกำหนดเกณฑ์และการตรวจจับเส้นขอบ เราไม่สามารถแยกเหยี่ยวแต่ละเหยี่ยวออกจากภาพได้ แต่ด้วยการใช้ Watershed algorithm นี้จะสามารถตรวจจับและแยกเหยี่ยวแต่ละเหยี่ยวได้โดยไม่มีปัญหาได้

เมื่อใช้ Watershed Algorithm ต้องเริ่มด้วยเครื่องหมายที่ผู้ใช้กำหนด เครื่องหมายเหล่านี้สามารถกำหนดด้วยตนเองผ่านการชี้แล้วคลิก หรือเราสามารถกำหนดโดยอัตโนมัติหรือแบบฮิวริสติกโดยใช้วิธีการต่างๆ เช่น การกำหนดเกณฑ์(Thresholding)หรือการดำเนินการทางสัณฐานวิทยา (Morphological)



รูปที่ 2.5 Watershed Algorithm

2.6 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

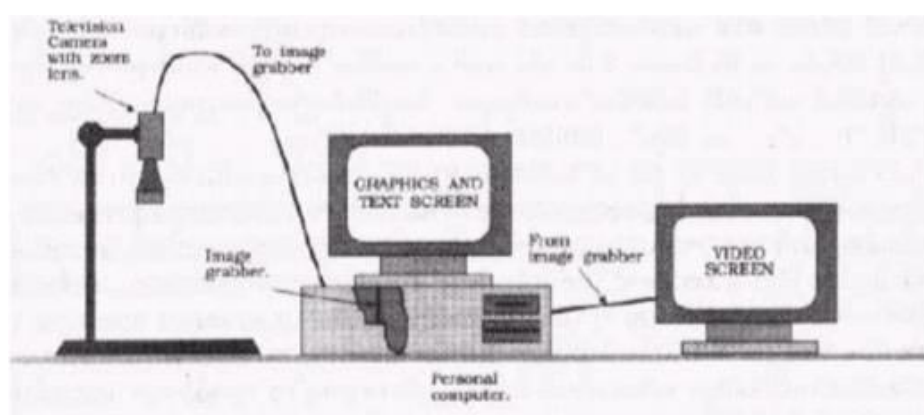
3.1 หลักการมองเห็นของมนุษย์กับการประมวลผลภาพดิจิทัล

ระบบการมองเห็นของมนุษย์หากเปรียบเทียบกับปัจจุบันก็คือกล้องถ่ายภาพดิจิทัลและกล้องวิดีโออุปกรณ์เหล่านี้ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลภาพให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าในการประมวลผลภาพดิจิทัลนิยมใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัล หรือ กล้องวิดีโอ เนื่องจากให้ภาพที่คมชัด และเหมือนจริง จากนั้นนำข้อมูลภาพที่ได้มาทำการวิเคราะห์ต่อไป

3.2 ขั้นตอนการประมวลผลภาพดิจิทัล

ขั้นตอนการประมวลผลภาพจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน

1. ขั้นตอนการนำข้อมูลภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์
2. ขั้นตอนการนำคอมพิวเตอร์มาพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อประมวลผลภาพ
3. ขั้นตอนการแสดงผลภาพ



รูปที่ 2.6 อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับระบบประมวลผลภาพ

โดยทั่วไปอุปกรณ์พื้นฐานในการประมวลผลภาพตามขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นจะประกอบด้วย เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีอุปกรณ์ตรวจจับภาพ (frame grabber card) ซึ่งจะต่อกับกล้องวิดีโอตัวจับภาพ ขั้นตอนการนำภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นการแปลงสัญญาณภาพทั่วไปเป็นสัญญาณอนาล็อก (analog signal) ให้เป็นสัญญาณภาพดิจิทัล เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลภาพได้ ทั้งนี้สามารถทำได้นำข้อมูลภาพจากตัวจับภาพ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วภาพดิจิทัลที่ได้จากการแปลงสัญญาณจะถูกเก็บในหน่วยความจำที่มีอยู่ในอุปกรณ์ตัวจับภาพ และสามารถนำมาประมวลผลได้โดยการเขียนโปรแกรมภาษาระดับสูง อาทิ

เช่นภาษาซี อุปกรณ์ตัวจับภาพที่นิยมใช้จะสามารถเก็บภาพขนาด $512 * 512$ จุดภาพ (pixel) และแต่ละจุดภาพสามารถแสดงระดับเทาได้อย่างน้อย 256 ระดับ ส่วนกล้องวิดีโอที่ใช้ในการเก็บภาพมักจะเป็นกล้องซีซีดี (charge coupled device (CCD) camera)

ก่อนการประมวลผลภาพต้องเตรียมข้อมูลภาพซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ปรับปรุงข้อมูลภาพในส่วนที่ไม่คมชัด
2. กำจัดสัญญาณรบกวน
3. การปรับคอนทราสต์ หรือปรับปรุงคุณสมบัติของการมองเห็น เช่น การปรับค่าความเข้มของจุดภาพ การกลับข้อมูลภาพ เป็นต้น
4. การแบ่งแยกข้อมูลภาพออกจากสีพื้น โดยใช้ค่าเทรชโฮลด์
5. การแปลงข้อมูลภาพในทางเรขาคณิต เช่น การหมุนภาพ การเปลี่ยนแปลงขนาดภาพ และการแก้ไขตำแหน่งของจุดภาพ
6. การแก้ไขข้อมูลภาพในส่วนที่มีการผิดเพี้ยน

3.3 วิธีการแปลงภาพให้เป็นภาพไบนารี

การแปลงภาพให้เป็นไบนารีเพื่อแปลงค่าภาพก่อนนำไปสู่กระบวนการประมวลผลภาพแบบดิจิทัล (Digital Image Processing) ที่ใช้ในงานวิจัยคือ การใช้ค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) การที่ภาพมีทั้งสีและลำดับชั้นของสี (Shade) ทำให้เกิดลวดลาย ซึ่งระดับความเข้มที่น้อยที่สุดที่ทำให้เกิดลวดลายได้คือความเข้มสองระดับหรือที่เรียกว่าไบนารี (Binary) ซึ่งส่วนใหญ่คือสีขาวดำ และระดับความเข้มของสีขาวดำที่สามารถเก็บรายละเอียดของภาพได้หมดคือระดับ 256 ระดับ ดังนั้นการที่เราสร้างอัลกอริทึมจะสามารถจำแนกลวดลายได้รวดเร็วเราควรแปลงภาพให้มีระดับความเข้มสองระดับเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลภาพได้ และมีวิธีการที่ใช้กันทั่วไปคือการแปลงภาพโดยใช้ ค่าเทรชโฮลด์ (Threshold) ซึ่งมีสมการดังต่อไปนี้

สมมุติให้ $B[i,j]$ คือภาพไบนารีที่เกิดจากภาพต้นแบบ $f[i,j]$ ดังนั้น

$$f_T[i,j] = \begin{cases} 1 & \text{If } f[i,j] > T \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases}$$

โดยที่ $f_T[i,j]$ = ค่าระดับความสว่างที่ตำแหน่ง (i,j)

T = ค่าเทรชโฮลด์

จากสมการข้างต้นภาพวัตถุ (Object) จะเป็นระดับความเข้มที่สว่าง ส่วนที่มืดกว่าจะเป็นพื้น (Background) แต่ถ้าวัตถุมีความเข้มอยู่ในระดับกลางๆ เราจะหาภาพไบนารีได้จาก

$$f_T[i, j] = \begin{cases} 1 & \text{If } T1 \leq f[i, j] \leq T2 \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases}$$

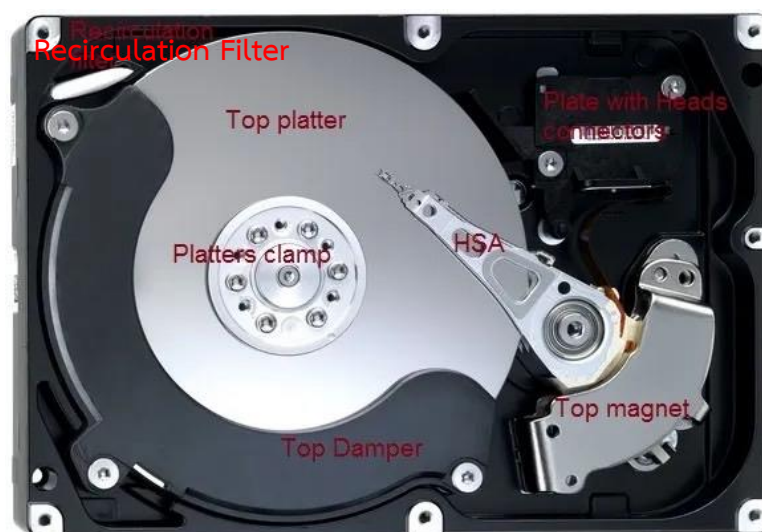
โดยที่ $T1$ = ค่าเทรชโฮลด์ของความเข้มระดับที่ 1

$T2$ = ค่าเทรชโฮลด์ของความเข้มระดับที่ 2

จากสมการเราจะได้ภาพที่มีความเข้มในระดับกลางๆ เป็น 1 ส่วนนอกนั้นจะเป็น 0 การที่ในภาพเดียวกันอาจมีส่วนภาพในแต่ละส่วนไม่เท่ากันเราอาจแบ่งภาพออกเป็นส่วนๆ แล้วใช้ค่า เทรชโฮลด์อัตโนมัติ (Automatic Threshold)

2.7 Recirculation Filter

ตัวกรองการหมุนเวียนของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ถูกกำกวดบนพื้นผิวของส่วนประกอบดิสก์ไดรฟ์โดยให้ชิดติดกับพื้นผิวดิสก์อย่างน้อยหนึ่งพื้นผิว ในรูปลักษณะหนึ่ง ตัวกรองการหมุนเวียนคือตัวกรองขนาดพกพาที่มีส่วนประกอบรองรับตัวกรองและองค์ประกอบของตัวกรอง



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างส่วนประกอบของ Hard Disk Drive

ส่วนรองรับตัวกรองประกอบด้วยทางเข้า พื้นผิวด้านบน และพื้นผิวด้านล่าง ซึ่งพื้นผิวด้านล่างใช้ยึดตัวกรองแบบกระเป๋ากับพื้นผิวของตัวเครื่อง พื้นผิวด้านบนได้รับการดัดแปลงให้ยึดติดองค์ประกอบตัวกรอง ทำให้เกิดช่องที่กระแสลมที่เหนียวมาโดยการหมุนอาจเข้ามา



รูปที่2.8 แสดงตำแหน่งที่ใส่ Recirculation Filter เข้าใน Hard Disk

2.8 กล้องและเซ็นเซอร์กล้อง

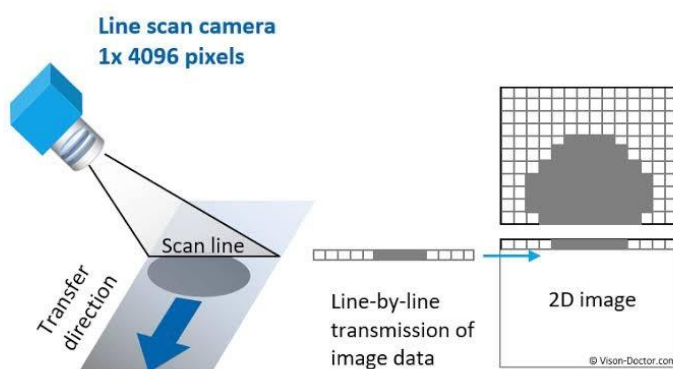
2.1 กล้องดิจิทัล (Digital Camera)

กล้องที่นิยมใช้ในระบบตรวจรู้อัตโนมัติสามารถจำแนกได้ตามลักษณะการวางตัวของเซ็นเซอร์รับภาพซึ่งมีอยู่สองชนิดได้แก่ กล้องรับภาพแบบเส้น (Line Scan Camera) และกล้องรับภาพแบบพื้นที่ (Area Scan Camera) โดยทั้งกล้องทั้ง 2 แบบนี้จะมีความแตกต่างในการนำมาใช้งานซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) กล้องรับภาพแบบเส้น (Line Scan Camera)

กล้องรับภาพแบบเส้นมีลักษณะการวางตัวของเซ็นเซอร์รับภาพมีลักษณะคล้ายกับเครื่องสแกนเนอร์คือ จะประกอบไปด้วยจุดภาพที่เป็นแถวเดียวจึงทำให้ภาพที่ได้มีลักษณะเป็นเส้น และสามารถสร้างภาพได้อย่างต่อเนื่องไม่จำกัด การถ่ายภาพและรับภาพมีความเร็วรวดเร็วเพราะเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ผ่านกล้องก็就会被สร้างเป็นภาพทีละแถว และสามารถรับภาพใหม่ได้ขณะที่ภาพก่อนหน้านี้ยังมีการส่งข้อมูลอยู่เพราะเนื่องจากตัวอุปกรณ์อ่านข้อมูลจุดภาพ (pixel readout) ที่มีความเร็วมากกว่าตัวอุปกรณ์เปิดรับกล้องซึ่งกล้องสำหรับภาพแบบเส้นมีระบบการทำงานที่ความเร็วสูงจึงทำให้เป็นที่

เหมาะกับงานที่ต้องการความเร็วสูงและชิ้นงานมีขนาดใหญ่เช่นงานเกี่ยวกับระบบการลำเลียง
สายพานที่ต้องการความรวดเร็ว แต่ข้อเสียของกล้องรับภาพแบบเส้นคือมีราคาค่อนข้างสูงมากจึงทำ
ให้ต้นทุนสูงมีค่ามากเมื่อเทียบกับกล้องรับภาพแบบพื้นที่



รูปที่2.9 วิธีการทำงานของกล้องรับภาพแบบเส้น



รูปที่2.10 กล้องรับภาพแบบเส้น (Line Scan Camera)

2) กล้องรับภาพแบบพื้นที่ (Area Scan Camera)

กล้องรับภาพแบบพื้นที่ที่ลักษณะการวางตัวของเซ็นเซอร์รับภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมซึ่งจะมีความกว้างและความสูงประกอบด้วยเมตริกซ์ของจุดภาพซึ่งภาพมีความละเอียดคงที่เป็นการจับภาพทีละภาพการติดตั้งทำได้ง่ายและการเคลื่อนย้ายกล้องและอุปกรณ์มีความสะดวกรวดเร็วสามารถสร้างภาพในพื้นที่ที่มีการกำหนดได้รวดเร็วกว่ากล้องรับภาพแบบเส้นเพราะจะต้องเคลื่อนไปยังพื้นที่ต่างๆเพื่อสร้างภาพในลักษณะเดียวกัน



รูปที่2.11 วิธีการทำงานของกล้องรับภาพแบบพื้นที่



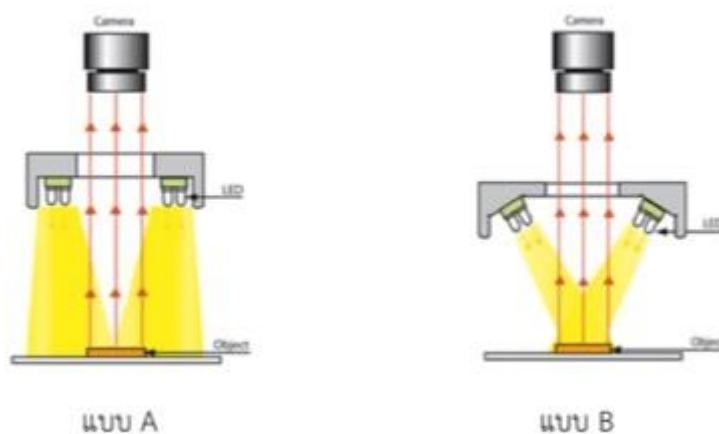
รูปที่2.12. กล้องรับภาพแบบพื้นที่ (Area Scan Camera)

2.9 แหล่งกำเนิดแสงแบบตรง & ตัวควบคุมแหล่งกำเนิดแสง

Direct Ring Light สร้างขึ้นด้วย LED ที่มีเอาต์พุตแสงที่สว่างมากซึ่งติดตั้งอย่างแน่นหนาสามารถส่องสว่างแบบไร้เงา 360 องศาได้ พวงแหวนโดยตรงจะส่องสว่างวัตถุโดยตรงจากกระดานแบน เหมาะสำหรับตรวจจับความแตกต่างของการสะท้อนแสงที่เล็กที่สุดระหว่างวัตถุเป้าหมาย ใช้สำหรับไม่สะท้อนวัตถุที่ต้องการแสงจ้า

โครงสร้างการส่องสว่าง:แสงจะถูกโฟกัสอย่างแม่นยำที่ศูนย์กลางของระบบส่องสว่างสามารถติดตั้งแผ่นดิฟฟิวเซอร์เสริมเพื่อปรับปรุงการส่องสว่าง

การใช้งานหลัก:เหมาะสำหรับการวัดความแตกต่างของการสะท้อนแสงระหว่างวัตถุเป้าหมายสามารถใช้กับวัตถุที่ไม่สะท้อนแสงที่ต้องการแสงจ้า เช่นแยกแยะพื้นที่บางส่วนด้านและ สะท้อนแสง (เช่นแสดมบ์นูนหน้าสัมผัสโลหะข้อต่อบักรีและการตรวจสอบแผงวงจร) และแยกความแตกต่างของการพิมพ์ที่มีจุดสะท้อนแสงต่างกัน (เช่นบาร์โค้ด) ข้อมูลเพิ่มเติม: ประกอบด้วยอลูมิเนียม หรือสแตนเลส IP 30 ตามมาตรฐานมี IP ที่สูงขึ้นตามที่ร้องขอ



รูปที่ 2.13 แหล่งกำเนิดแสงแบบตรง (Direct Ring Light source)

การที่จะควบคุมความเข้มของแสง เพื่อให้ได้ความเหมาะสมในการสะท้อนแสงจากชิ้นงาน เพื่อรับภาพถ่ายที่ชัดขึ้น ตัวควบคุมแหล่งกำเนิดแสงมีความจำเป็นมากๆ แล้วจะแบ่งได้ 2 ประเภทคือ การกำหนดความเข้มแสงแบบอนาล็อก จะจำกัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแล้วส่งไปเลี้ยงต่อที่แหล่งกำเนิดแสง และแบบดิจิตอลโดยการป้อนเลขเข้าไปเพื่อจะควบคุม



รูปที่ 2.14 ตัวควบคุมแหล่งกำเนิดแสง (Light source controller)

2.10 คำนวณหาพิกัดในหน่วย มิลลิเมตร

สำหรับเลนส์ที่มีการนำมาใช้ในงานระบบตรวจจับอัตโนมัติด้วยกล้องจะถูกออกแบบมาเพื่อไม่ให้เกิดความบิดเบือนของภาพที่เกิดจากเลนส์ (Lens Distortions) และการเลือกใช้เลนส์จะเลือกจากความยาวโฟกัสของเลนส์ (Focal Length) คือระยะทางที่วัดจากจุดศูนย์กลางของเลนส์ถึงเซ็นเซอร์ที่อยู่ในกล้อง ซึ่งความยาวโฟกัสจะสำคัญต่อการจับภาพกล่าวคือทำให้มุมของการถ่ายภาพกว้างหรือแคบ การเลือกขนาดภาพในบริเวณที่ต้องการ และความคมชัดของภาพ สำหรับการคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงหน่วยจาก pixels ไป มิลลิเมตร หาได้ตามสมการ

$$X \text{ coordinate} = \left(\frac{Width_{FOV}}{Width_{ImagePixels}} \right) * Cx$$

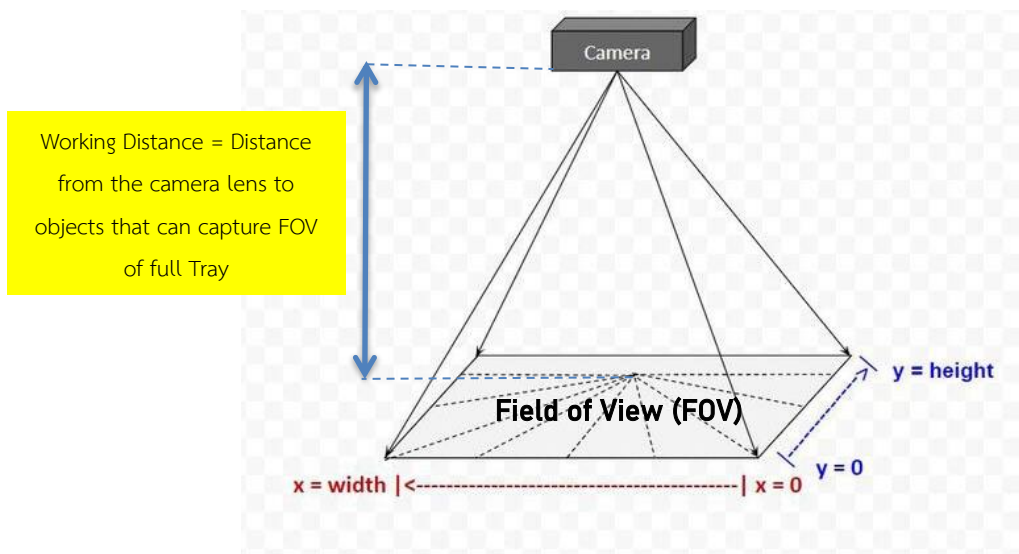
$$Y \text{ coordinate} = \left(\frac{Width_{FOV}}{Width_{ImagePixels}} \right) * Cy$$

Width_FOV คือ ความยาวของพื้นที่รับภาพ (Width of Field of View) เท่ากับ 310 mm

Width_Image_Pixels คือ ความยาวของรูปภาพ เท่ากับ 640 pixels

Cx คือ พิกัด X ในหน่วย pixels

Cy คือ พิกัด Y ในหน่วย pixels



รูปที่ 2.15 วิธีหา FOV และการวางกล้องถ่ายรูป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

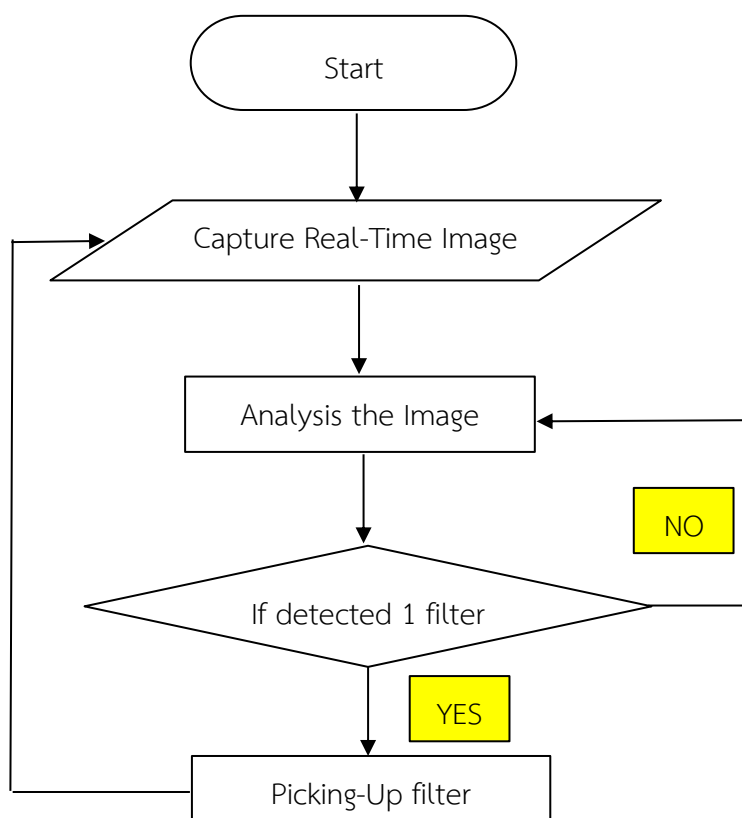
ในบทนี้จะกล่าวถึงการดำเนินงาน โดยนำเอาความรู้จากทฤษฎีต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วในบทที่ 2 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบโครงสร้างให้ได้ตามความต้องการจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนการทำงานอย่างมีระบบ อีกทั้งยังต้องหาความรู้ในด้านที่ยังไม่ทราบมาประกอบด้วย เพื่อที่จะง่ายต่อการปฏิบัติงาน

3.1 การออกแบบการทำงานของระบบ

3.1.1 การทำงานของเครื่องติดตั้งตัวกรอง

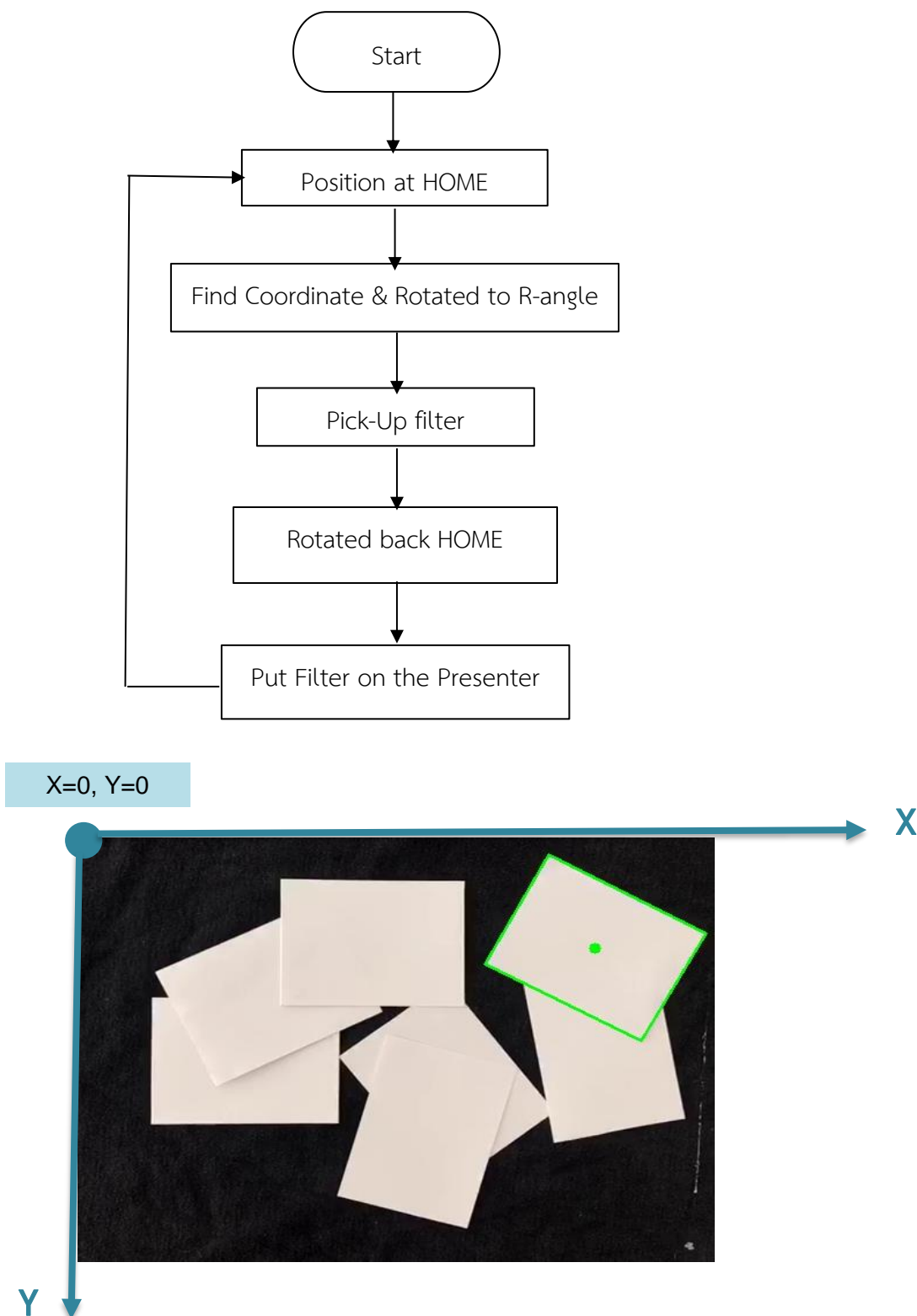
การทำงานของเครื่องติดตั้งตัวกรองในปัจจุบัน ตัวกรองที่วางบนภาตถูกจัดเรียงให้เป็นระเบียบและไม่สามารถติดกันได้ โดยระบบจะ เริ่มต้นโดยเมื่อกำลังได้ถ่ายภาพจากภาตที่มีตัวกรองวางอยู่ โดยการถ่ายเป็นแบบ real-time และ ระบบจะทำการวิเคราะห์ภาพเพื่อหาตัวกรองที่จะยกออกที่ละ 1 ชิ้น และ ตัวควบคุมจะทำการดูดตัวกรองออก และวางบน Presenter แล้ว ตัว IAI จะทำการพาตัวกรองเพื่อให้ตัวจับสามารถจับตัวกรองไปติดตั้งใน Hard Disk Drive ได้ ระบบจะทำแบบนี้ไปจนถึงจะหมดตัวกรองที่อยู่บนภาต

ขอบเขตการทำงานของเครื่องติดตั้งตัวกรองที่จะทำในรายงานนี้เป็นไป ดังนี้



3.1.2 ระบบการยกตัวกรองออกจากถาด

การยกตัวกรองออกจากถาดจะใช้ตัวดูดที่สามารถยกตัวกรองที่ละชิ้นได้ ในระบบการทำงานจะทำการหาตำแหน่งพิกัดของตัวกรองที่จะยกออกจากถาด



รูปที่ 3.1 แสดงวิธีหาพิกัดของตัวกรองโดยตัวดูด

3.2 การสร้างแบบจำลอง

แบบจำลองที่สร้างขึ้นแบ่งเป็น 3 ระบบ คือ

การทำงาน	ฮาร์ดแวร์	วัตถุจำลอง	คำอธิบาย
ระบบถ่ายภาพในแบบเรียลไทม์	กล้อง และเลนส์	กล้อง	. ใช้ iVcam ในการถ่ายภาพแบบ real-time . ขนาดภาพ 640 x 480 pixels . Focal length เท่ากับ 35 mm
ระบบจัดตัวกรอง	ตัวกรอง	กระดาษสีเหลี่ยมสีขาว	. ขนาด 55mm x 75mm
	ถาดสีดำ	ถาดสีดำ	. ขนาด 310mm x 220mm
ระบบการ pick-up	ตัวดูดสูญญากาศ	ใช้มือในการยกตัวกรองออก	. โดยหาตำแหน่งพิกัด X,Y และมุม

ตารางที่2.1 แสดงวัตถุที่เอาไปใช้แทน hardware จริง



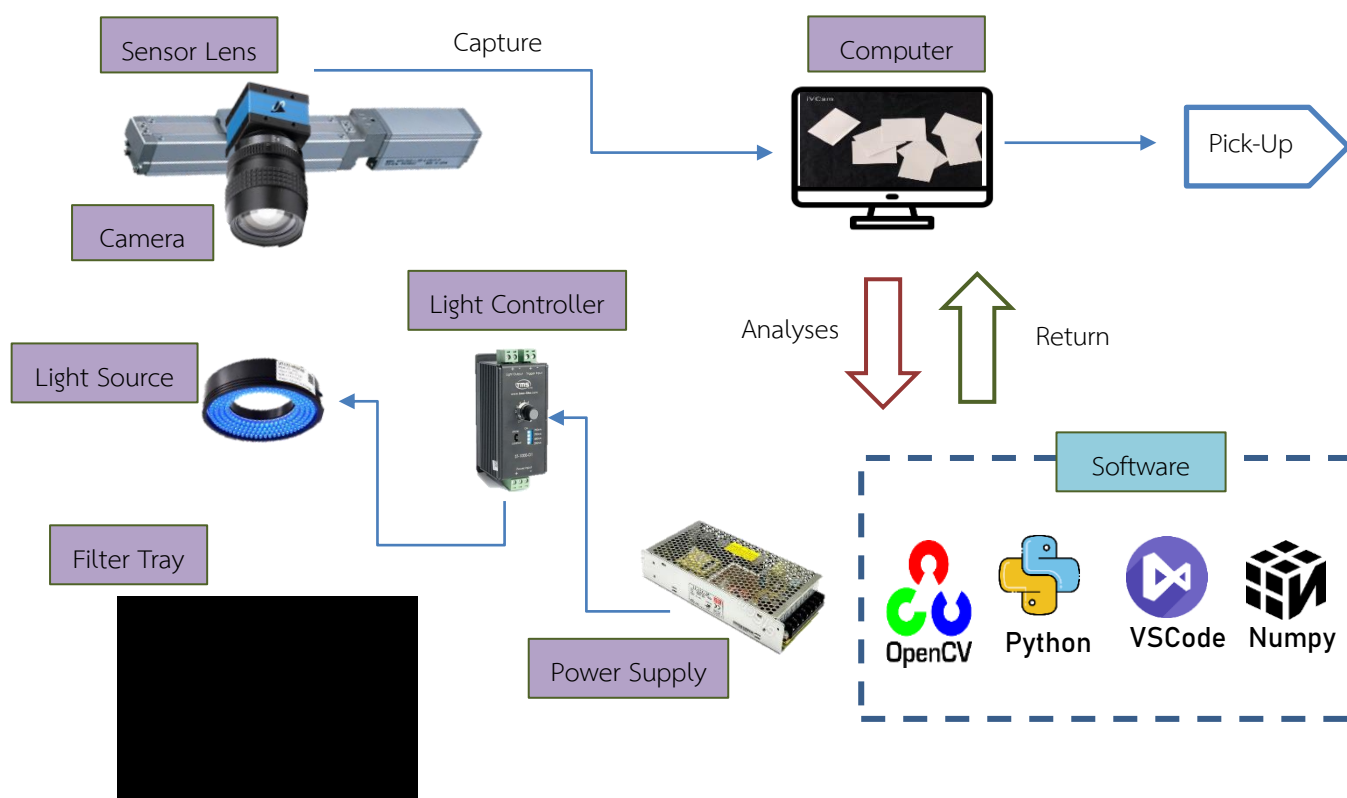
รูปที่3.2 ตัวกรอง และถาดต้นแบบ



รูปที่3.3 ตัวกรอง และถาดจำลอง

3.3 System Overview

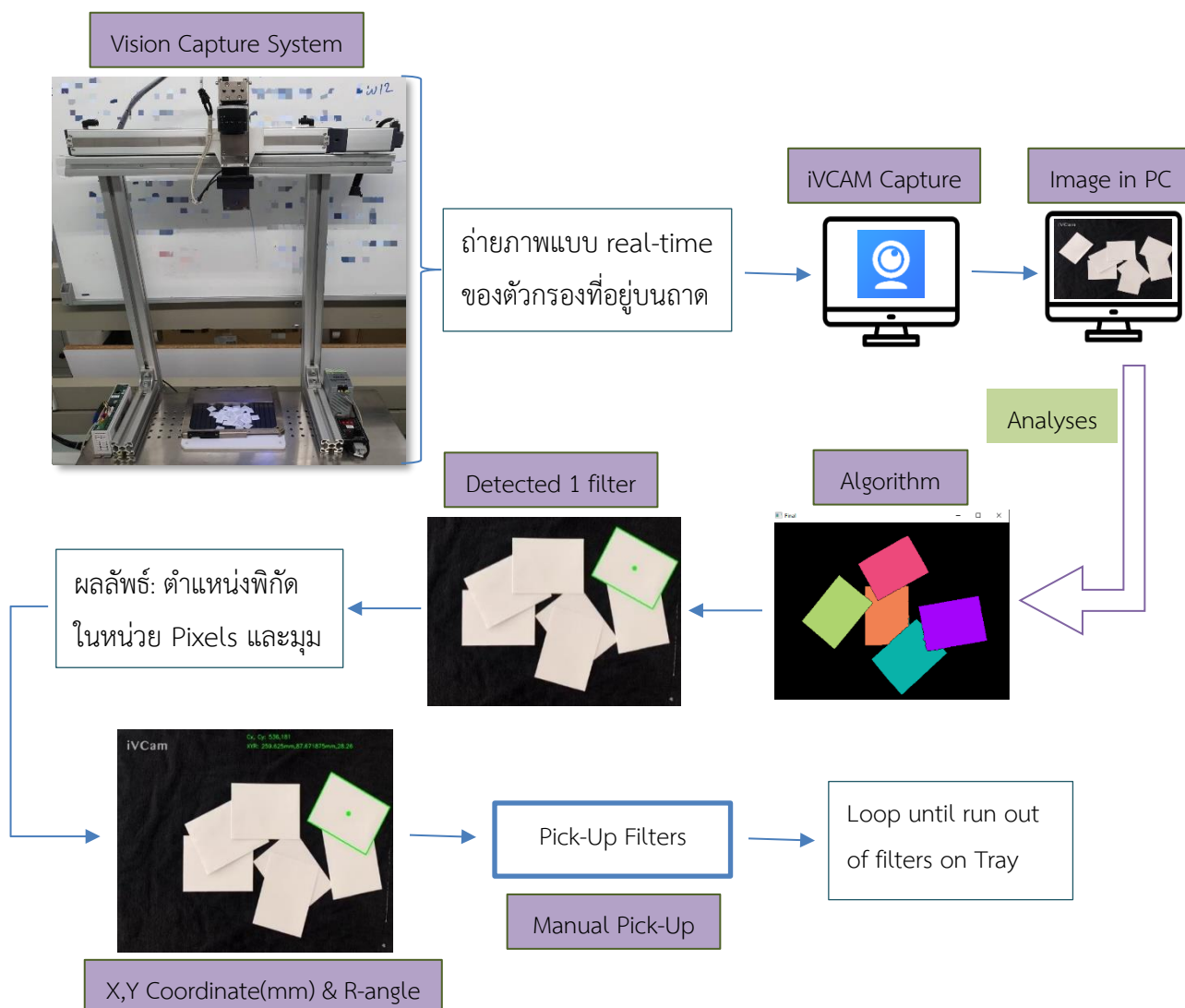
3.3.1 Hardware



รูปที่ 3.4 แสดง System Overview ของ Hardware

เริ่มต้น โดยทำการติดตั้งกล้อง และเลนส์ที่ตำแหน่งหนึ่งที่สามารถถ่ายภาพของตัวกรองที่อยู่บนภาตทั้งหมดได้ ใช้การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ในการถ่ายภาพ และปรับแสงที่ควบคุมโดยตัวควบคุมแสง และแหล่งจ่ายไฟเพื่อได้ภาพที่มีประสิทธิภาพขึ้น สำหรับกล้องจะถ่ายภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ แล้วทำการเคราะห์ภาพโดยใช้ซอฟต์แวร์ จากนั้นเราก็ได้ผลลัพธ์ที่สามารถตรวจจับตัวกรอง 1 ตัวได้ และส่งค่าพิกัดตำแหน่งของตัวกรองที่จะยกออกกลับมาเพื่อทำการ Pick-Up

3.3.2 Software



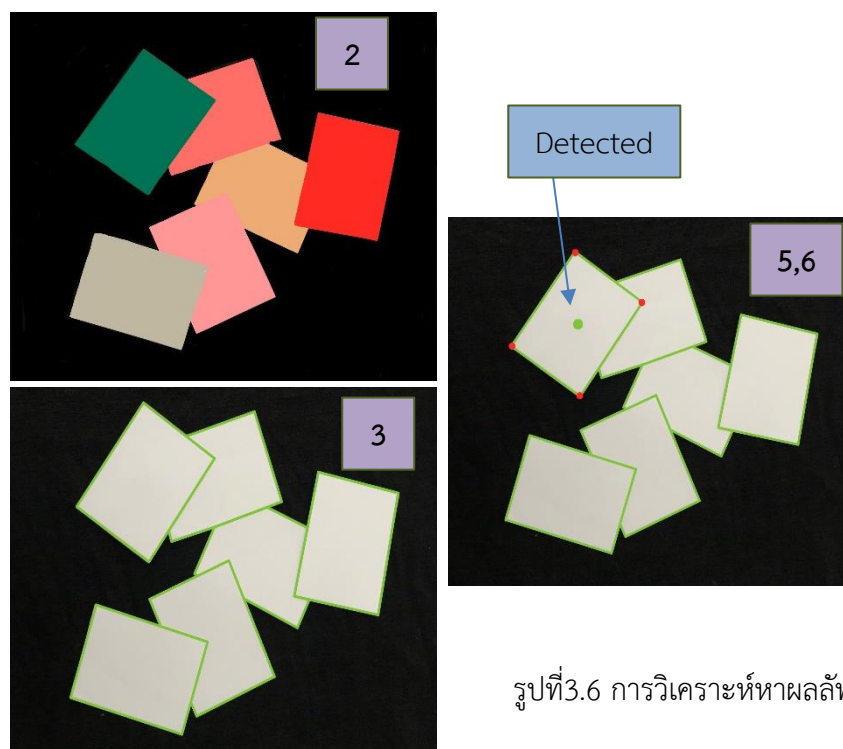
รูปที่3.5 แสดง System Overview ของ Software

เริ่มต้นด้วยการถ่ายภาพเรียลไทม์ของฟิลเตอร์ที่อยู่บนถาดโดยใช้โปรแกรม iVCam Application และถูกจัดเก็บภาพในคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อแยกวัตถุที่ทับซ้อนกันให้เป็นที่ละชิ้น และผลลัพธ์ที่ออกมาสามารถตรวจจับฟิลเตอร์ 1 ส่วนได้ และได้ค่าตำแหน่งพิกัด X,Y ในหน่วยพิกเซล และทำการเปลี่ยนหน่วยจากพิกเซลไปเป็นหน่วยเทียบความจริงคือ มิลลิเมตร และ R-angle ในหน่วยองศา ดังนั้นจะทำการ pick-up ด้วยใช้มือ ในการ pick-up นี้จะทำการเทียบหาตำแหน่งพิกัดที่ได้จากผลลัพธ์กับตำแหน่งพิกัดจริงบนถาด และ จะทำตามกระบวนการนี้จนถึงจะหมดแผ่นกรองบนถาด

3.4 อัลกอริทึมโค้ดที่ใช้ในการวิเคราะห์หาผลลัพธ์

ในการวิเคราะห์ภาพที่ถ่ายจากกล้องจะแบ่งเป็น 8 ขั้นตอน :

- 1) ทำการอ่านภาพ และทำการประมวลผลภาพกับภาพที่มี
 - 1.1 ทำ Region of Interest (ROI) ให้เห็นวัตถุทั้งหมด
 - 1.2 ทำการลด Noise ที่รบกวนในภาพ
 - 1.3 เปลี่ยนเป็นภาพขาวดำ เพราะมีช่องสีแค่ 1 ช่องที่ง่ายต่อการวิเคราะห์
- 2) นำภาพไปเข้าอัลกอริทึม และผลลัพธ์ที่ได้ก็จะสามารถแยก filters ที่ทับกันออกจากกันได้เป็นที่ละชิ้นได้
- 3) ทำการหาContour (รูปร่าง) ของชิ้นส่วนที่ออกจากกัน
- 4) หาพื้นที่ของ Filterตัวอย่างในหน่วย Pixels
- 5) ทำการตรวจจับ Contour ของวัตถุ1ชิ้น โดยขึ้นกับ พื้นที่ของวัตถุนั้นต้องมีค่าใกล้เคียงกับค่าพื้นที่ของวัตถุตัวอย่าง และ วัตถุนั้นมีมุมจำนวน 4 อัน การตรวจหา มุมทั้ง 4 ของวัตถุแสดงให้เห็นว่าระบบจะทำการตรวจจับวัตถุที่อยู่ชั้นบนสุดเท่านั้น
- 6) ทำการตรวจจับวัตถุ 1 ชิ้น กรณีที่มีวัตถุหลายชิ้นอยู่ในชั้นบนสุดเหมือนกัน มันจะทำการวิเคราะห์และตรวจจับวัตถุที่ใกล้กับจุด origin มากที่สุด
- 7) ผลลัพธ์ได้รับค่าตำแหน่งพิกัด X,Y ในหน่วยมิลลิเมตร และ มุม
- 8) ทำการหาตำแหน่งของวัตถุที่อยู่บนถาด และ Pick-up วัตถุ



รูปที่3.6 การวิเคราะห์หาผลลัพธ์

บทที่ 4

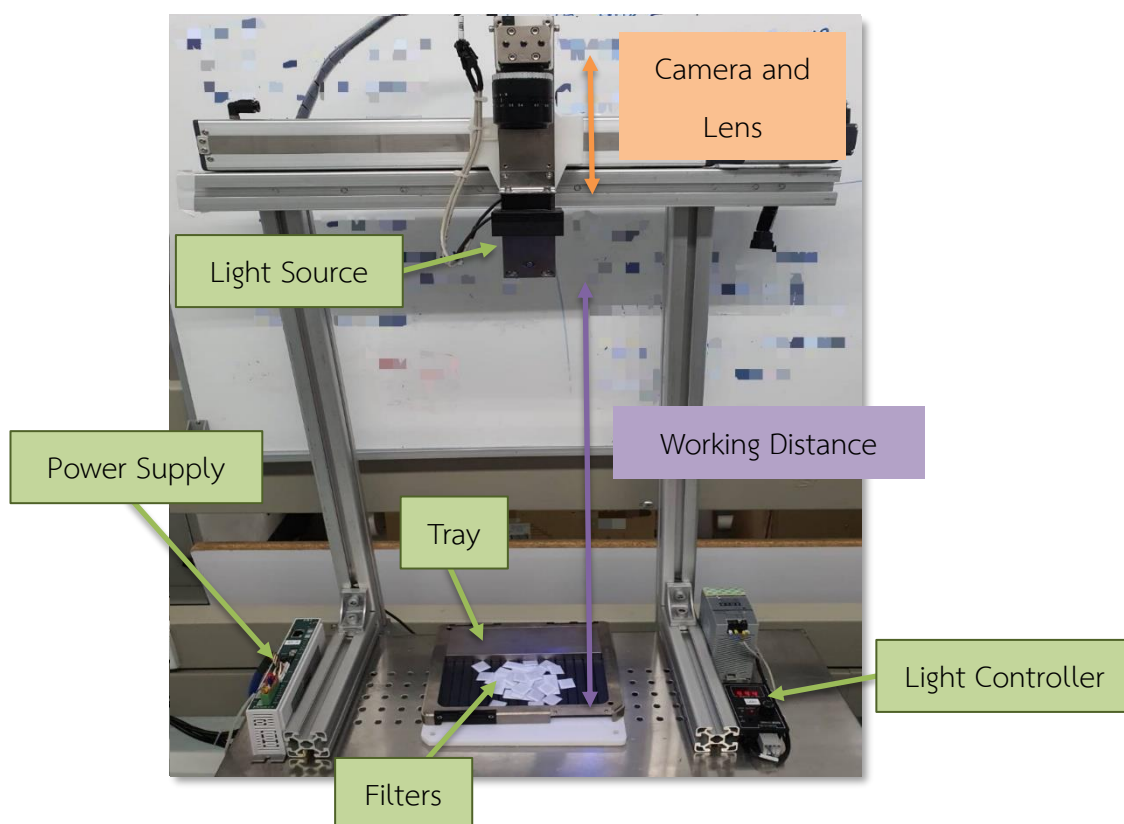
ผลการดำเนินงาน

4.1 เงื่อนไขการทดลอง

ในการทดลองนี้จะทำให้ตัวกรองที่วางทับซ้อนกันบนภาต สามารถตรวจสอบและแยกออกจากกัน เป็นตัวกรองที่ละชิ้นได้

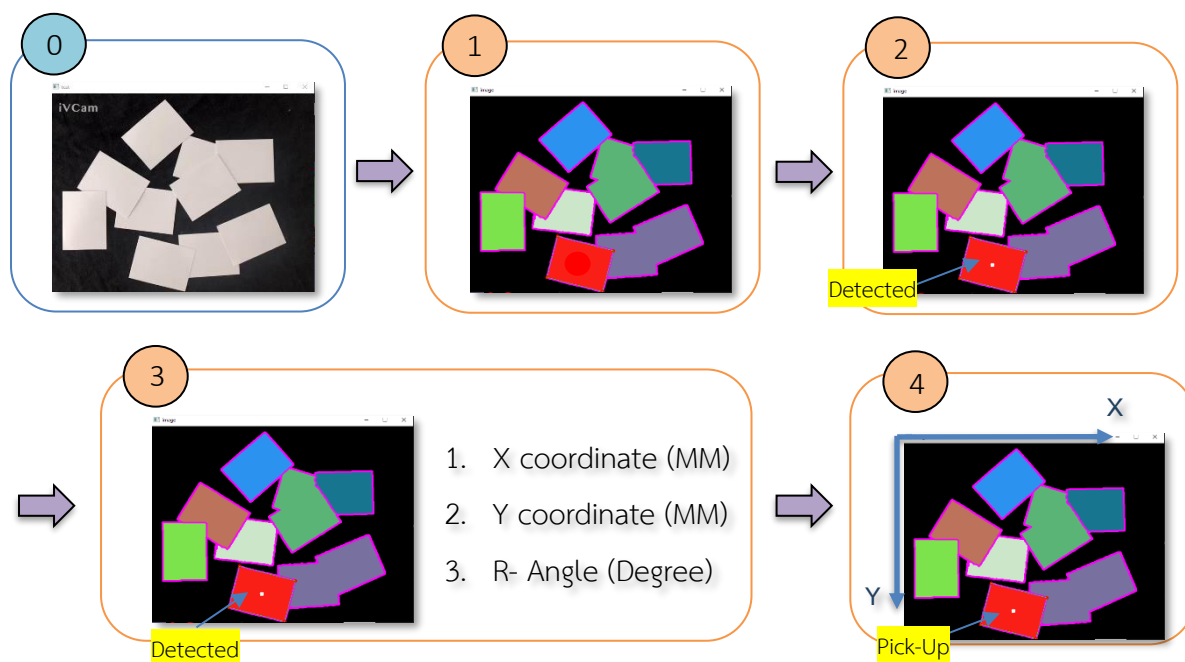
ทำการออกแบบการทดลอง โดยเอาภาตที่มีตัวกรองวางทับซ้อนกันอยู่ มาวางที่ตำแหน่ง ที่กล้องสามารถถ่ายเห็นสัดส่วนทั้งหมดของภาตได้ ณ ที่นี้จะหาความยาวของพื้นภาพ (Width of Field of View) ได้เท่ากับ 310 มิลลิเมตร

ระยะการทำงาน(Working Distance) เป็นระยะที่วัดจากตัวเซนเซอร์กล้องไปถึงภาตที่สามารถถ่ายภาพให้เห็นสัดส่วนของภาตทั้งหมดได้



รูปที่3.7 การออกแบบการทดลอง

4.2 ผลการทดลอง & วิเคราะห์ผลลัพธ์


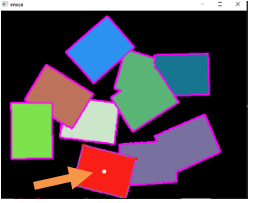



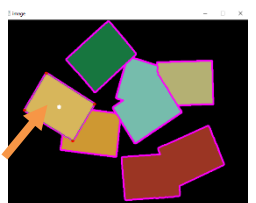




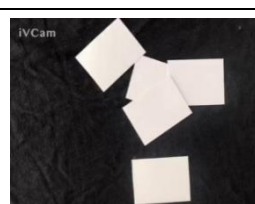
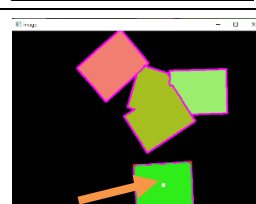
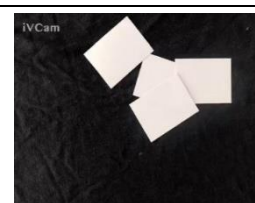
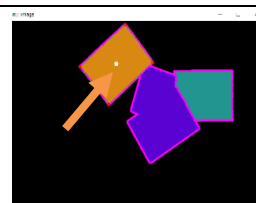




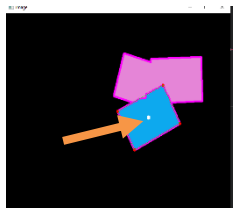


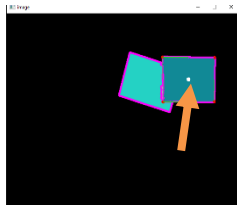


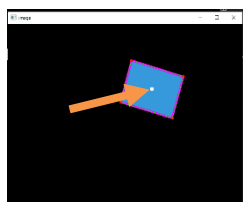
รูปที่3.8 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์


0. เป็นภาพที่ถ่ายจากกล้อง และเก็บในคอมพิวเตอร์เพื่อทำการวิเคราะห์
1. เป็นภาพที่ถ่ายจากกล้องและเก็บในคอมพิวเตอร์เพื่อทำการวิเคราะห์
2. ทำการตรวจจับตัวกรองที่อยู่ด้านบนสุด 1 ชิ้น
3. รับค่าตำแหน่งพิกัด X,Y ของตัวกรองในหน่วย มิลลิเมตร และค่าของมุม
4. ระบบการ Pick-Up โดยตัวดูจะทำการหาตำแหน่งพิกัดของตัวกรองที่ตรวจจับแล้ว เพื่อทำการยกตัวกรองนั้นออกไป

4.2.1 กรณีที่ 1

ทำการทดลองกับวัตถุจำลองจำนวน 10 ชิ้นที่ทับกันวางบนถาดสีดำ

Pick-Up ชั้นที่ 1		
Pick-Up ชั้นที่ 2		
Pick-Up ชั้นที่ 3		
Pick-Up ชั้นที่ 4		
Pick-Up ชั้นที่ 5		
Pick-Up ชั้นที่ 6		
Pick-Up ชั้นที่ 7		

Pick-Up ชั้นที่ 8	  
Pick-Up ชั้นที่ 9	  
Pick-Up ชั้นที่ 10	  

 เป็น วัตถุที่ต้องยกออก

ตาราง 4.1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์วัตถุจำลองทั้ง 10 ชั้น

จากการทดลองกับวัตถุทั้ง 10 ชั้นแสดงให้เห็นว่า :

การถ่ายภาพในแต่ละกรณี ถ่ายแค่ 1 ครั้งเท่านั้น

ภาพกรณีที่ 1 ถ่ายตัวกรองทั้ง 10 ชั้น ระบบมีความสามารถในการจำแนกวัตถุออกจากกันแค่ 6 ชั้น และสามารถตรวจจับวัตถุที่อยู่ชั้นบนสุดได้จำนวน 3 ชั้น และ จะทำการยกตัวกรองที่อยู่ชั้นบนสุด 1 ชั้นออก ภาพถ่ายกรณีที่สองที่ถ่ายตัวกรองทั้ง 9 ชั้น ระบบมีความสามารถในการจำแนกวัตถุออกจากกันแค่ 5 ชั้น จะทำการยกตัวกรองที่อยู่ชั้นบนสุดอีกชั้น 1 ออก


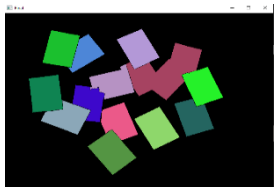
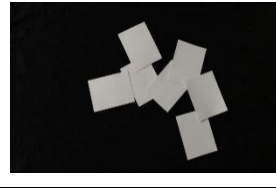
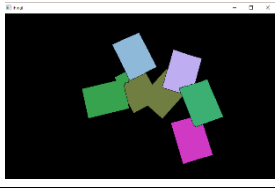



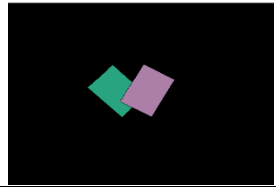
ในการถ่ายภาพทั้ง 10 กรณี เห็นว่าวัตถุที่อยู่ชั้นล่างสุดส่วนใหญ่ไม่สามารถจำแนกออกจากกันได้ ดังนั้นต้องทำการ Pick-Up ชั้นส่วนที่อยู่ชั้นบนสุดที่ละอันออกก่อน และ จะเหลือแค่ 1 ชั้น ถึงระบบก็จะสามารถจำแนกได้

10 Objects	X Coordinate [Pixels]	Y Coordinate [Pixels]	X Coordinate [mm]	Y Coordinate [mm]	R-angle [degrees]
1	271	410	131	199	14
2	81	304	39	147	89.4
3	150	214	73	104	31.6
4	271	410	131	199	14
5	81	304	39	147	89.4
6	150	214	73	104	31.6
7	267	93	129	45	50.2
8	407	254	197	123	63.4
9	496	160	240	78	0.9
10	393	165	190	80	16

ตาราง4.2 แสดงผลลัพธ์ค่าตำแหน่งพิกัดX,Y ในหน่วยมิลลิเมตรและมุมของตัวกรองแต่ละชิ้น

4.2.2 กรณีที่ 2

ทำการทดลองกับวัตถุจำลองจำนวน 15 ชิ้นที่ทับกันวางบนผาตสีดำ

จำแนกวัตถุได้ 12 ชิ้น		→	
หลังจากยกตัวกรองออก 8 ชิ้น		→	
หลังจากยกตัวกรองออก 12 ชิ้น		→	
หลังจากยกตัวกรองออก 13 ชิ้น		→	

ตาราง4.3 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์วัตถุจำลองทั้ง 15 ชิ้น

Objects	1st	2nd	3rd	4th	5th
15	12	11	12	12	11
Accuracy	0.8	0.74	0.8	0.8	0.74
Accuracy	0.77 = 77%				

ตาราง4.4 ความแม่นยำหลังจากทำการวิเคราะห์วัตถุ 15 ชิ้น

Objects	1st	2nd	3rd	4th	5th
15	13	13	13	13	13
Accuracy	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
Accuracy	0.86 = 86%				

ตาราง4.5 ความแม่นยำหลังหยิบวัตถุออก 12 ชิ้น

Objects	1st	2nd	3rd	4th	5th
15	14	15	14	15	14
Accuracy	0.93	1	0.93	1	0.93
Accuracy	0.95 = 95%				

ตาราง4.6 ความแม่นยำหลังหยิบวัตถุออกทั้งหมด

การถ่ายภาพในแต่ละกรณี ถ่ายแต่ 5 ครั้งเท่านั้น

มีวัตถุ 15 ชิ้นวางบนถาด หลังจากทำการวิเคราะห์ ก็สามารถจำแนกวัตถุ 12 ชิ้นออกจากกันได้ และความแม่นยำได้ประมาณ 77% และจะเห็นได้ว่ามีวัตถุ 3 ชิ้นที่อยู่ชั้นล่างสุดไม่สามารถแยกออกจากกันได้

หลังจากหยิบตัวกรองทั้ง 12 ชิ้นออกไปที่ละชิ้น ความแม่นยำเพิ่มขึ้นเป็น 86% และหลังจากหยิบวัตถุทั้งหมด ความแม่นยำจะเพิ่มขึ้นเป็น 95%

ดังนั้น ในการหยิบวัตถุที่ละชิ้นออกไปจะทำให้ความแม่นยำของระบบเพิ่มขึ้น

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

โครงการนี้ได้ออกแบบชุดอุปกรณ์ระบบอัตโนมัติเพื่อตรวจจับรูปร่างของตัวกรอง ที่เป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการตรวจจับตัวกรอง

ในการทดลองจะสังเกตได้ว่าสามารถวางตัวกรองทับซ้อนกันได้ เป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการตรวจจับตัวกรอง

ในโครงการจะมีการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษา Python โปรแกรมนี้สามารถตรวจจับและจำแนก Filters ที่ละชิ้น และแสดงผลค่าตำแหน่งพิกัด X,Y เพื่อเตรียมในการหยิบออกจากถาด

ในผลการของระบบการตรวจจับรูปร่างของตัวกรอง จะสามารถจำแนกภาพที่ทับซ้อนกันได้ แต่ในกรณีถ่ายภาพครั้งแรกจะไม่สามารถจำแนกวัตถุที่ทับกันที่อยู่ชั้นล่างสุดได้ ดังนั้นจะต้องหยิบวัตถุที่อยู่ชั้นบนสุดที่ละชิ้นออก และ จะทำการถ่ายภาพและวิเคราะห์จนถึงจะสามารถจำแนกวัตถุทั้งหมดได้ ซึ่งถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

5.2. ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น:

- ลดเสียงรบกวนจากสภาพแวดล้อมให้มากที่สุด(หลอดไฟในสำนักงาน) เพื่อเพิ่มคุณภาพของ
- จัดการระยะการทำงาน(Working Distance) จากกล้องไปยังวัตถุที่สามารถถ่ายภาพตัวกรองจากถาดทั้งหมดได้
- จัดการความเข้มของแสงเพื่อให้ตรวจจับรูปร่างของฟิลเตอร์ได้แม่นยำยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Basler, Basler Line Scan Cameras, [Online] Available at:

<https://www.baslerweb.com/en/products/cameras/line-scan-cameras>

[2] DMK 24UJ003, Imagine Source Area Cameras, [Online] Available at:

<https://www.theimagingsource.com/products/industrial-cameras/usb-3.0-monochrome/dmk24uj003/>

[3] ศูนย์พัฒนาบุคลากรเพื่ออุตสาหกรรมและปิโตรเคมี, "ระบบกล้อง" ใน เอกสาร ประกอบการ ฝึกอบรมโครงการฝึกอบรมระบบการตรวจรู้ด้วยกล้องสนับสนุน industry 4.0 จัดโดย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. วันที่ 23-24 สิงหาคม 2560.

[4] Python, Python ,[Online] Available at: <https://www.python.org>

[5] วิธีการใช้งาน VS Code, Available at:

<http://cs.bru.ac.th/สอนวิธีการใช้-visual-studio-code-2/>

[6] What is Watershed Algorithm? , Available at :

https://opencv24-python-tutorials.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_imgproc/py_watershed/py_watershed.html

[7] การประมวลผลภาพ, Available at:

http://dc.oas.psu.ac.th/dcims/files/01690/250935_ch3.pdf

[8] วิธีการติดตั้ง iVCam Application บน Smart Phone และคอมพิวเตอร์

Available at : <https://m.thaiware.com/tips/1272.html>

[9] What is Recirculation Filter? , Available at :

<https://iia-rf.ru/th/animals/disk-kompyuternyi-vinchestera-s-kakogo-materiala-sdelan-plastiny/>

ภาคผนวก
(อัลกอริทึมที่ใส่ใน Visual Studio Code)

ภาคผนวก

```

1  import cv2
2  import matplotlib.pyplot as plt
3  import numpy as np
4  import argparse
5  import random as rng
6  import os
7
8  # Sample Object
9  img = cv2.imread("sample.jpg")
10 img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB)
11 img_gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_RGB2GRAY)
12 img = cv2.adaptiveThreshold(img_gray, 255, cv2.ADAPTIVE_THRESH_MEAN_C, cv2.THRESH_BINARY_INV, 5, 10)
13 contours, hierarchy = cv2.findContours(img, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
14 boxes = cv2.contourArea(contours)
15 print("Area of Sample Object: ", boxes)
16
17 # OUTPUT: Area of Sample Object = 11800 , 21800
18
19 # Connect to Camera
20 # OpenCV 4.5.3
21 cap = cv2.VideoCapture(0)
22
23 cv2.namedWindow("Screenshot Image")
24
25 img_counter = 0
26
27 while(True):
28     ret, frame = cap.read()
29
30     if not ret:
31         print("Could not open video device")
32         break
33
34     cv2.imshow("test", frame)
35
36     k = cv2.waitKey(1)
37
38     if k == 27:
39         print("Escape hit, close app")
40         break
41
42     elif k == 32:
43         img_name = "Open_frame{}.jpg".format(img_counter)
44         cv2.imwrite(img_name, frame)
45         print("Screenshot taken")

```

ประวัติย่อผู้ทำรายงาน



ชื่อ-ชื่อสกุล

Ms. Sokkim ENG

รหัสนักศึกษา

09610628

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

หอพักเพชรรัตน์2 มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขต
พระราชวังสนามจันทร์ อ.เมือง จ.นครปฐม 73000 TH

วันเดือนปีเกิด

14 กันยายน 2542

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

BELTIE International School, Cambodia

ปริญญาตรี

ระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบคอมพิวเตอร์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์