



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบประกันคุณภาพสำหรับการตรวจสอบความผิดพลาดในการประกอบ

ชิ้นส่วนยานยนต์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก

Quality Assurance System for Autoparts Misassembly Detection

Using Deep Learning Technique

นายกฤตเมธ สීමโนธรรม

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา	ระบบประกันคุณภาพสำหรับการตรวจสอบความผิดพลาด ในการประกอบชิ้นส่วนยานยนต์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก
ชื่อ – สกุลนักศึกษา	นายกฤตเมธ สื่อมโนธรรม
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ – สกุล อาจารย์นิเทศ	ศ.ดร.วันชัย รั้วรุจา
ชื่อ – สกุล ผู้นิเทศงาน	นายอภิวัฒน์ ลิขิตเลิศล้ำ
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาเล่มนี้นำเสนอเรื่อง การยกระดับระบบประกันคุณภาพปัญหาการประกอบผิดรุ่น โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกมาช่วยตรวจสอบโบลท์ของคาลิปเปอร์เบรก ในกระบวนการตรวจสอบโบลท์คาลิปเปอร์ เพื่อเพิ่มระดับการรับประกันของระบบประกันคุณภาพ (Quality Assurance Network : QA-Network) เป็นการรับประกันว่าสินค้าที่ผลิตออกไปไม่มีข้อบกพร่อง ซึ่งเป็นมาตรฐานการรับประกันคุณภาพการผลิตของ บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด โดยภายในรายงานฉบับนี้จะมีการระบุขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ตั้งแต่การศึกษาระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS) การทำความเข้าใจในเรื่องกระบวนการผลิต การประเมินระบบรับประกันคุณภาพ (Quality Assurance Network : QA-Network) และการตรวจสอบโบลท์ของคาลิปเปอร์เบรกด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก รวมถึงการทดสอบแบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น โดยโครงข่ายประสาทเทียมได้มีการเรียนรู้เชิงลึกที่ใช้ อัลกอริทึม YOLO ผ่านไลบรารี ImageAI เพื่อสร้างแบบจำลองในการรู้จำภาพ โดยแบบจำลองที่ได้ฝึกสอนสามารถรู้จำโบลท์คาลิปเปอร์เบรกได้ 2 ชนิด

คำสำคัญ : ระบบประกันคุณภาพ, ระบบการผลิตแบบโตโยต้า, การจำแนกหมวดหมู่รูปภาพ, การเรียนรู้เชิงลึก, อัลกอริทึม YOLO, การรู้จำภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Quality Assurance System for Autoparts Misassembly
Detection Using Deep Learning Technique

Student intern name: Mr. Krittameth Suemanotham

Department: Instrumentation and Control engineering

Faculty: Engineering

Advisor name: Prof. Dr. Vanchai Riewruja

Mentor name: Mr. Apiwat Likitlertlump

Company: Toyota Motor Thailand Co., Ltd. (TMT)

Abstract

In this Cooperative education report focus on using Deep Learning technique to check brake caliper bolts in the process “Bolts Inspection” to improve Quality Assurance Network (QA-Network). The Quality Assurance Network (QA-Network) is standard that Toyota all over the world used, which is used for guarantee that manufactured goods has no problem. By the way, in this project represent step by step of the research process. Starting with study TPS (Toyota Production System), understanding the process, evaluate QA-Network and inspection of brake caliper bolts by using Deep Learning algorithm, Including testing the model that was created. The Artificial Neural Network have Deep Neural Network that uses YOLO algorithm through ImageAI library for creating the model for image recognition to recognize 2 types of brake caliper bolts.

Keywords: Quality Assurance Network (QA-Network), TPS (Toyota Production System), YOLO algorithm, Image recognition, Image classification

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จาก บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด ที่ให้โอกาสในการศึกษาและเรียนรู้ทุกกระบวนการ จากการลงมือปฏิบัติงานจริง ทำให้ข้าพเจ้าได้รับประสบการณ์ในหลากหลายด้าน ซึ่งทำให้ข้าพเจ้าได้ปรับเปลี่ยนมุมมองในการใช้ชีวิตและข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณอภิวัฒน์ ลิขิตเลิศล้ำ ผู้ซึ่งเป็นพี่เลี้ยง ผู้ดูแล และขอขอบพระคุณท่านผู้บริหารและพนักงานบริษัททุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือข้าพเจ้ามาตลอดระยะเวลาสี่เดือนที่ผ่านมา

ขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้มอบความรู้ และเปิดโอกาสในการทำสหกิจศึกษาให้ข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.วันชัย ธีร์รุจา อาจารย์นิเทศ และอาจารย์ภาควิชาวิศวรรตการวัดและควบคุมทุกท่านที่คอยสั่งสอนและให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ในการฝึกสหกิจศึกษาในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณครอบครัวและเพื่อนทุกท่านที่ได้คอยสนับสนุนและให้คำปรึกษาจนโครงการเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอมอบประโยชน์อันพึงมีจากรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้แด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ผู้จัดทำ

นายกฤตเมธ สීමโนธรรม

สารบัญ

บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	5
1.3 ขอบเขตการดำเนินโครงการ	5
1.4 วิธีการดำเนินโครงการ	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.1.1 YOLO (You Only Look Once)	9
2.2 ระบบการประกันคุณภาพ (Quality Assurance: QA)	11
2.3 ฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้อง	12
2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU)	12
2.3.2 หน่วยประมวลผลด้านกราฟฟิก (Graphics Processing Unit: GPU)	12
2.3.3 กล้อง	13
2.4 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง	13
2.4.1 Anaconda Distribution	13
2.4.2 Spyder IDE	14
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	15
3.1 กระบวนการการคัดแยก การตรวจสอบและความแตกต่างของโบลท์คาลิปเปอร์	15
3.1.1 ความแตกต่างของโบลท์คาลิปเปอร์	15
3.1.2 วิธีคัดแยกและการตรวจสอบโบลท์ในปัจจุบัน	16
3.2 การประเมินระบบการประกันคุณภาพ (Quality Assurance Network: QA-Network)	16
3.3 การฝึกแบบจำลอง	18
3.4 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 IoU (Intersection Over Union)	22
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	23
4.1 ผลการฝึกโครงข่ายประสาทเทียม	23
4.2 การทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมผ่านโปรแกรม	24
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	26
5.1 สรุปผล	26
5.2 ทักษะที่ได้รับการพัฒนา	27
5.3 ปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา	28
5.4 ข้อเสนอแนะ	28
เอกสารอ้างอิง	29-30



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 วิถีโตโยต้า (TOYOTA WAY)	2
1.2 แผนผังแสดงโรงงานและสายการผลิต	2
1.3 แผนผังการผลิตและส่งออกชิ้นส่วนของแผนก Part Shop สำโรง	3
1.4 ภาพถ่ายสายการผลิตที่ 3	3
2.1 Deep Learning	7
2.2 Max Pool	10
2.3 YOLOv3 Network Architecture	11
2.4 ตัวอย่าง Toyota quality assurance evaluation forms	11
2.5 Intel® Core™ i3-7100 Processor (3M Cache, 3.90 GHz)	12
2.6 NVIDIA GeForce GTX 1060 6 GB	12
2.7 Anaconda Navigator	13
2.8 Spyder IDE	14
3.1 ตารางและแผนภาพเปรียบเทียบโบลท์ของทั้งสองรุ่น	15
3.2 วิธีคัดแยกและการตรวจสอบโบลท์ในปัจจุบัน	16
3.3 ภาพถ่ายที่ใช้ในการฝึกแบบจำลองรูปที่ 1	19
3.4 ภาพถ่ายที่ใช้ในการฝึกแบบจำลองรูปที่ 2	19
3.5 Train Validation	20
3.6 Labelimg	21
3.7 โปรแกรมที่ใช้ในการฝึกโมเดล	22
3.8 Precision และ Recall	22
3.9 IoU (Intersection Over Union)	22
4.1 กราฟค่าสูญเสียเฉลี่ยของแบบจำลอง	23
4.2 ผลการประเมินค่า mAP ของโมเดล	23
4.3 ผลการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมผ่านโปรแกรมรูปที่ 1	24
4.4 ผลการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมผ่านโปรแกรมรูปที่ 2	24
4.5 ผลการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมผ่านโปรแกรมรูปที่ 3	25
4.6 ผลการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมผ่านโปรแกรมรูปที่ 4	25
5.1 กราฟการเพิ่มขึ้นของระดับการรับประกันคุณภาพ	26
5.2 กราฟการลดลงของค่าแรงต่อปี	27
5.3 ผลประเมินทักษะก่อนและหลังการฝึกสหกิจศึกษา	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

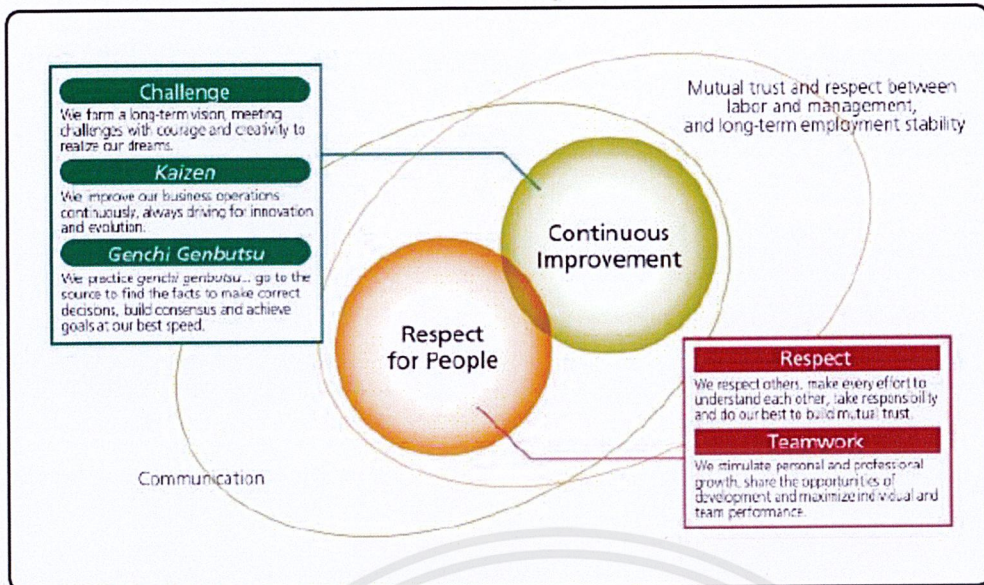
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด (Toyota Motor Thailand : TMT) เป็นบริษัทแกนนำของเครือข่ายโตโยต้าทั่วโลกโดยเป็นผู้ผลิตหลักในแผนยุทธศาสตร์ เป็นศูนย์กลางการผลิตรถยนต์ที่ป้อนผลิตภัณฑ์ให้กับตลาดประเทศไทย และส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศทั่วโลก นอกจากนี้ยังเป็นบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในประเทศไทย ที่เติบโตอย่างยั่งยืนด้วยผลิตภัณฑ์และบริการมาตรฐานระดับโลก ด้วยกำลังการผลิตของบริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัดที่สามารถผลิตรถยนต์ได้ถึงปีละกว่า 550,000 คันต่อปี จึงเป็นผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่ที่สุดในประเทศไทยและยังเป็นผู้นำในระดับโลกอีกด้วย

วิถีโตโยต้า (TOYOTA WAY)

เป็นอุดมการณ์ มาตรฐาน และแนวทางสำหรับสมาชิกขององค์กรโตโยต้าทั่วโลก ที่แสดงออกถึงความเชื่อและค่านิยมที่มีร่วมกัน วิถีโตโยต้า 2001 มีสองเสาหลัก นั่นคือ "การพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง" และ "การยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน" ค่านิยมที่ไม่เคยรู้สึกพอใจกับสิ่งที่เป็นอย่างอยู่และไม่เคยหยุดนิ่งอยู่กับที่ จึงทุ่มเททั้งความคิดและความพยายามสุดความสามารถ เพื่อพัฒนาธุรกิจอยู่เสมอ ยอมรับนับถือผู้อื่น และเชื่อว่าความสำเร็จทางธุรกิจของย่อมมาจากทั้งความอุทิศของพนักงานแต่ละคน และการทำงานเป็นทีมโดยมุ่งหวังว่า สมาชิกทีมโตโยต้าทุกคนไม่ว่าจะทำงานในระดับใดก็ตาม จะนำค่านิยมทั้งสองส่วนนี้ไปใช้ในการทำงานและสื่อสารในทุกๆ วัน

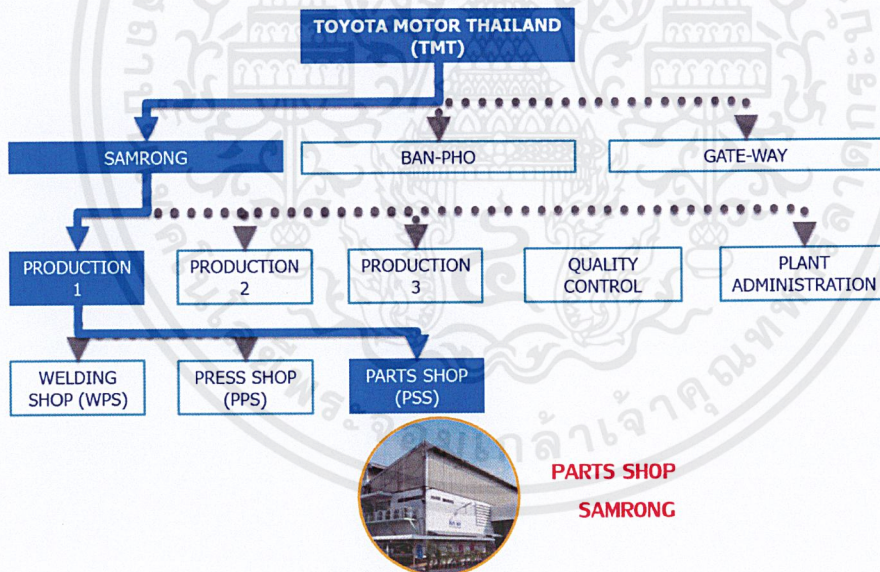
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Toyota Motor Corporation Sustainability Report, 2009, page 54

รูปที่ 1.3 วิถีโตโยต้า (TOYOTA WAY)

ขอบเขตของหน่วยงาน



รูปที่ 1.4 แผนผังแสดงโรงงานและสายการผลิต

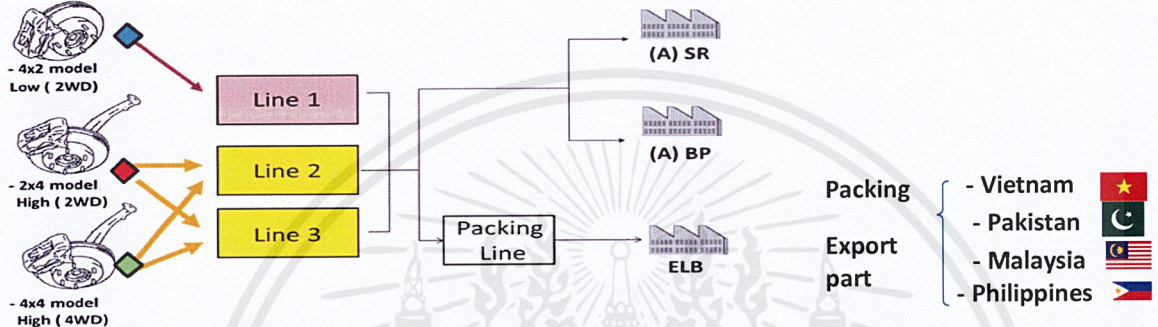
ผู้จัดทำได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด สาขา สำโรง หน่วยงาน PRODUCTION 1 แผนก PARTS SHOP (PSS) ซึ่งในแผนกมีสายการผลิตอยู่ทั้งหมด 3 สายการผลิต คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายการผลิตที่ 1 ทำการประกอบชุด Knuckle ของรถกระบะรุ่น 4x2 model-Low (2WD)

สายการผลิตที่ 2 และ 3 ทำการประกอบชุด Knuckle ของรถกระบะรุ่น 2x4 model-High (2WD) กับ 4x4 model-High (4WD) เพื่อส่งออกไปยังโรงงานสำโรง โรงงานบ้านโพธิ์ และ Packing Line บางปะกง (ส่งชิ้นส่วนไปยังประเทศเวียดนาม มาเลเซีย ปากีสถาน และ ฟิลิปปินส์) โดยในส่วนที่ได้รับมอบหมายในการทำโครงการนี้คือ สายการผลิตที่ 3

Knuckle S/A



รูปที่ 1.5 แผนผังการผลิตและส่งออกชิ้นส่วนของแผนก PARTS SHOP (PSS) สำโรง



รูปที่ 1.6 ภาพถ่ายสายการผลิตที่ 3

เป้าหมายการปรับปรุงและพัฒนา

ปัจจุบันการผลิตสินค้าและบริการต่างๆในทุกอุตสาหกรรมได้หันมามุ่งเน้นความพึงพอใจของลูกค้า หรือผู้บริโภคควบคู่กับระบบการผลิตหรือให้บริการที่มีประสิทธิภาพ ประกอบกับกระแสความตื่นตัวจากฝ่ายผู้บริโภคเองที่มีทางเลือกในการบริโภคมากขึ้นกว่าในอดีต การเข้าถึงข้อมูลข่าวสารทำได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมทั้งการบังคับใช้กฎหมายคุ้มครองผู้บริโภคในหลายๆประเทศทั่วโลก คุณภาพจึงเป็นปัจจัยที่กำหนดความอยู่รอดของธุรกิจต่างๆในยุคที่มีการแข่งขันอย่างรุนแรงเช่นนี้เช่นยุคนี้

เมื่อกกล่าวถึงคุณภาพในอุตสาหกรรมธุรกิจรถยนต์แล้วจะเห็นว่าบริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด เป็นบริษัทหนึ่งที่มีชื่อเสียงในเรื่องระบบคุณภาพการผลิต มียอดขายและส่วนแบ่งทางการตลาดกว่าครึ่งหนึ่งของตลาดรถยนต์ในประเทศและตลาดส่งออกรถยนต์รวมทั้งชิ้นส่วนรถยนต์ไปยังต่างประเทศ โดยมีค่านิยมร่วมที่ใช้ในบริษัทโตโยต้าในสาขาต่างๆทั่วโลกที่เรียกว่า “วิถีแห่งโตโยต้า” (Toyota Way) นอกจากนี้หนึ่งในความสำเร็จของโตโยต้า คือ การคิดค้นระบบการผลิตที่มีเอกลักษณ์ของตนเองที่เรียกว่า ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS) ซึ่งได้รับการกล่าวขวัญถึงอย่างมากว่าเป็นระบบการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงและสามารถทำให้โตโยต้ากลายมาเป็นบริษัทผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่อันดับต้นๆของโลก ด้วยระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS) ที่การปฏิบัติการมีความยืดหยุ่นสูง มีความหลากหลายของยานยนต์บนสายการประกอบเดียวกัน จึงสนองตอบความต้องการของลูกค้าและสภาพเศรษฐกิจได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามแม้ว่าระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS) จะได้รับการยกย่องและถูกนำไปเป็นต้นแบบ(Model) ประยุกต์ใช้อุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ แต่ปัจจุบันโตโยต้าเองกลับประสบปัญหาเกี่ยวกับระบบการผลิตและเกิดวิกฤติความเชื่อมั่นจากผู้บริโภค ส่งผลให้ต้องเรียกคืนรถจำนวนหลายล้านคันในหลายๆรุ่น โดยเฉพาะที่สหรัฐอเมริกาและยุโรป รวมทั้งในญี่ปุ่นซึ่งเป็นที่ตั้งของบริษัทแม่ โดยเฉพาะปัญหาที่เกิดจากระบบเบรก (Brake System) ซึ่งกำลังเป็นปัญหาใหญ่และสั่นคลอนความเชื่อมั่นและภาพลักษณ์ของโตโยต้าอย่างยิ่ง

จากขอบเขตการผลิตของหน่วยงาน PRODUCTION 1 แผนก PARTS SHOP (PSS) สายการผลิตที่ 3 ที่ทำการประกอบชุด Knuckle ของรถกระบะรุ่น 2x4 model-High (2WD) กับ 4x4 model-High (4WD) ที่ทั้ง 2 รุ่นนั้นมีความแตกต่างของโบลท์ที่ใช้ยึดตัวคาลิปเปอร์กับชุดของ Knuckle ระหว่าง Model High กับ Model Low โดยที่ขนาดเกลียวและเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากันแต่ Model Low ตัวโบลท์จะสั้นกว่า Model High ปัจจุบันนั้นสายการผลิตที่ 3 ใช้การตรวจสอบโดยก่อนการนำไปใช้จะมี Limit Switch และหลังจากการประกอบจะมีการตรวจสอบโดยใช้ปากกามาร์คเกอร์ แต่จากการที่ได้รับการประเมินระบบการประกันคุณภาพ (Quality Assurance Network : QA-Network) พบว่าในสายการผลิตที่ 3 (ผลิต Model High) ไม่ผ่านการประเมินอยู่เนื่องจากปัจจุบันขั้นตอน Final Inspection ที่ใช้การตรวจสอบการผลิตโดยปากกามาร์คเกอร์ยังพบชิ้นส่วนที่บกพร่อง ซึ่งถ้าชิ้นส่วนที่ประกอบผิดพลาดออกไปจะส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของลูกค้าโดยตรง

รายงานฉบับนี้จะศึกษาถึงระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS) องค์ประกอบต่างๆ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ระบบคุณภาพ จากปรัชญาการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และปัญหาของโตโยต้าที่กล่าวมาข้างต้น ทางสายการผลิตที่ 3 เห็นว่าจำเป็นต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาขั้นตอน Final Inspection ใหม่ให้เป็นระบบ Automation โดยนำการประมวลผลภาพมาใช้ในการตรวจสอบโบลท์แทนปากกามาร์คเกอร์ เพื่อให้เกิดความแม่นยำ เพิ่มระดับการรับประกัน อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนพนักงานต่อปีได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาเครื่องมือในการประเมินระบบการผลิตและระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS)
2. ศึกษา QA-Network
3. ทำการค้นหาจุดอ่อนของกระบวนการผลิตโดยใช้เครื่องมือในการประเมินระบบการผลิตและแสดงผลเพื่อทำการพัฒนา

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ทำการประเมิน QA-Network
2. ทำการค้นคว้า ปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง
3. ขั้นตอนการทดสอบและการใช้งาน
4. การสรุปและรายงานผลของโครงการ

1.4 วิธีดำเนินโครงการ

เดือนที่ 1

1. เข้ารับการอบรมและทำความเข้าใจ Toyota Tools & TPS Concept ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS) เพื่อให้เข้าใจและตระหนักถึงแนวคิดพื้นฐาน ข้อปฏิบัติในการทำงาน กระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ที่พนักงานทุกคนจะต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด รวมถึงศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการสื่อสารในองค์กร
2. ศึกษาและทำความเข้าใจหลักการพื้นฐาน เกณฑ์และวิธีการประเมินตามแนวทาง QA-Network ที่ใช้เป็นเครื่องมือวัดมาตรฐานการทำงานของแต่ละหน่วยงาน
3. หาสาเหตุที่แท้จริงทำให้เกิดปัญหา โดยการใช้ Toyota Tools

เดือนที่ 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีเวลา 2 เดือนในการทำการศึกษาวิจัยแนวทางที่จะทำให้เกิดระบบการประมวลผลภาพแบบ Automation มาใช้เป็นแนวทางปรับปรุงวิธีการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย

เดือนที่ 4

นำผลการวิจัยไปสู่การทดสอบโดยการปฏิบัติเพื่อปรับปรุงวิธีการให้สามารถนำไปปฏิบัติจริงได้ และนำเสนอผลการวิจัยต่อผู้บริหารระดับสูง

ตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินโครงการสหกิจศึกษา

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่1	เดือนที่2	เดือนที่3	เดือนที่4
1	Introduction (Understanding Toyota tools & TPS concept)	←→			
2	QA-Network Study & Evaluation	←→			
3	Find out process current Weak point by using toyota tool & list up for coutermeasure method.		←→		
4	Researching & Kaizen		←→	←→	
5	Trial & Implementation				←→
6	Summary & Report to Top management				←→

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เรียนรู้ Toyota Way, ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS), ระบบความปลอดภัย, QA-Network
2. ได้แนวทางในการดำเนินการ สิ่งที่ต้องเตรียมการรวมถึงข้อควรระวังเพื่อให้แผนงานบรรลุผลตามเป้าหมาย
3. ทางบริษัทสามารถลดเวลาทำงานพนักงาน เพิ่มการรับประกันคุณภาพ ลดขั้นตอนการทำงาน ลดต้นทุนการทำงาน

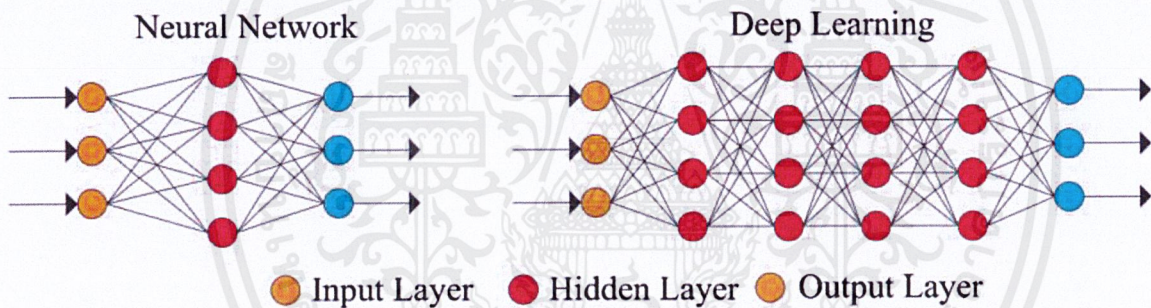
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Deep Learning หรือการเรียนรู้เชิงลึกเป็นหนึ่งในระบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ซึ่งมีโครงสร้างและลักษณะการทำงานคล้ายกับสมองของมนุษย์เรียกว่า โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) โดย Deep Learning นั้นคือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีขนาดใหญ่ที่มีชั้นการประมวลผลหลายชั้น ดังนั้นเพื่อที่จะทำให้ Neural Network นั้นสามารถคิดและประมวลผลซับซ้อนได้เหมือนสมองมนุษย์ ชั้นที่เป็น Hidden Layer จึงต้องมีหลายชั้น ส่งข้อมูลประมวลผลต่อกันไป ทำให้สามารถคำนวณอะไรที่ซับซ้อนได้เยอะขึ้น ซึ่งเราเรียกว่า Deep Learning



รูปที่ 2.1 Deep Learning

Deep Learning เป็นเทคโนโลยีที่ต่อยอดความสามารถของระบบอัตโนมัติหรือเทคโนโลยี 4.0 ให้กลายเป็นการทำงานอัตโนมัติที่สมบูรณ์แบบได้ด้วยการใช้งานปัญญาประดิษฐ์หรือ AI ที่จะเปลี่ยนโฉมการทำงานและศักยภาพการแข่งขันได้อย่างเด็ดขาด ข้อดีของ Deep Learning นั้นสามารถยกระดับศักยภาพของระบบอัตโนมัติได้อย่างชัดเจน ด้วยการลดต้นทุนค่าใช้จ่าย เพิ่มศักยภาพของกระบวนการ สามารถทำการตรวจสอบที่มีความซับซ้อนและไม่แน่นอนได้ดี

แนวคิดพื้นฐานในการทำ Deep Learning

1. คุณภาพของการทำ Deep Learning

Deep Learning นั้นเป็นการเรียนรู้ผ่านคลังภาพจำนวนมากเพื่อให้สามารถระบุสิ่งที่ต้องการได้อย่างชัดเจน เช่น แบบไหนที่เรียกว่าชิ้นส่วนที่ดี แบบไหนที่จะเรียกว่าเป็นชิ้นส่วนที่ไร้คุณภาพ ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากความสามารถในการตัดสินใจของมนุษย์ผสมเข้ากับเครื่องจักรที่รับภาพได้อย่างเป็นเอกเทศและทำงานในจำนวนมากได้ นั่นหมายความว่ามันต้องการ ‘การเรียนรู้’ ที่มีประสิทธิภาพ

ภาพที่ถูกใช้ในการสอน(Training) ต้องมีการให้เกรตและระบุให้ชัดเจนว่าสิ่งที่ตรวจจับได้นั้นเป็นมาตรฐานที่ผ่านหรือไม่ และสิ่งที่ตรวจจับได้นั้นถูกเรียกว่าอะไร เช่น รอยสีกรอ รอยไหม้ รอยสนิม รอยขีดข่วน การทำ Deep Learning นั้นจะให้ผลดีในระยะยาวขึ้นอยู่กับตัวอย่างและการสอนข้อมูลเป็นหลัก

2. การวางแผนทรัพยากรและความต้องการ

ปัจจัยที่ต้องมีการดำเนินการ

- Vision Developer ทำหน้าที่ปรับแต่งโซลูชันสำหรับวิเคราะห์ภาพของ Deep Learning ซึ่งรวมถึงการจัดการแสงไฟ-ความสว่าง และรูปแบบประเภทของภาพที่จะนำมาใช้
- Image Labeler กระบวนการตอบสนองปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลรูปที่ได้มาเพื่อระบุจุดที่มีความผิดปกติ หรือจุดที่มีความน่าสนใจ การ Label นั้นต้องมีความแม่นยำและใส่ใจในรายละเอียดสูง ซึ่งทุกรูปที่ใช้ในการฝึกฝนต้องทำการตรวจสอบและ Label ให้ชัดเจนทั้งหมด มันเป็นทำงานกับข้อมูลภาพจำนวนมาก วิศวกรผู้รับหน้าที่นี้อาจเป็นหนึ่งในตำแหน่งอื่นที่เกี่ยวข้องเว้นแต่ Quality Expert ซึ่งต้องทำงานหนักเช่นเดียวกันอยู่แล้ว
- Quality Expert ทำหน้าที่วิเคราะห์ภาพและให้เกรต ต้องทำหน้าที่ลงลึกไปในรายละเอียดของข้อมูลที่เกิดขึ้นว่าผ่านหรือไม่ผ่าน ระบุประเภทของความเสียหายที่เกิดขึ้น การทำงานในส่วนนี้นั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากเพราะนี่คือพื้นฐานสำคัญสำหรับ Deep Learning ในการทำงานได้อย่างชัดเจนและให้เกรตของภาพที่ถูกฝึกมาจากระบบได้อย่างแม่นยำ
- Data Collector ทำหน้าที่บันทึกและบริหารจัดการข้อมูลทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นภาพ เกรต Label และ Metadata ทั้งหมด ทำการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบด้วยการทดสอบกับชุดข้อมูลที่ได้ ผู้เก็บข้อมูลยังทำหน้าที่บันทึกการตัดสินใจของผู้ตรวจสอบหากเกิดการตรวจสอบด้วยแรงงานขึ้นมาเพื่อให้ได้ชุดข้อมูลที่ตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำโครงการ Deep Learning

1. การทำต้นแบบ

การทำความเข้าใจกระบวนการและการประเมินว่า Deep Learning นั้นสามารถเป็นผู้ช่วยแก้ไขสถานการณ์ได้ดีขึ้นหรือไม่ ทำฐานข้อมูลเล็กน้อยสำหรับเกรดภาพและ Label สร้างเงื่อนไขสำหรับยืนยันแนวคิดของระบบเพื่อทดสอบแนวคิดว่าใช้ได้หรือไม่

2. การเก็บข้อมูลภาพ

ทำการผสมผสานการใช้งานกล้องและระบบแสงสว่างในสายการผลิตเข้าด้วยกัน เก็บและบริหารจัดการข้อมูลให้เป็นระบบและทำการตรวจสอบผลการตรวจสอบด้วยมนุษย์ Optimize และ Label ชุดข้อมูลรูปอย่างสม่ำเสมอ

3. Optimization

เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุด ด้วยการยกระดับโซลูชันของ Deep Learning ให้สามารถทำงานได้ตรงกับศักยภาพเป้าหมายที่ต้องการ เปรียบเทียบผลของการทำงานของ Deep Learning กับผลการทำงานตามมาตรฐานเดิมและการทำงานแบบ Manual ปรับแต่งระบบและทำการฝึกฝนอีกครั้งตามความต้องการ

4. การประเมินและการติดตั้งใช้งานจริง

ประเมินคุณภาพของโซลูชันและเริ่มต้นใช้งานในกระบวนการผลิต ผ่านการยอมรับในการทดสอบมาตรฐานของโรงงานและทำการลือค่าที่ตั้งไว้ ประยุกต์เข้ากับสายการผลิตและขยายผลไปยังสายการผลิตที่เกี่ยวข้อง เตรียมความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตและติดตามการทำงานอย่างต่อเนื่อง รวมถึงทำการยกระดับกระบวนการ

โดยในโครงการนี้จะนำโครงข่ายประสาทเทียมประเภท Convolution Neural Network มาใช้คือ

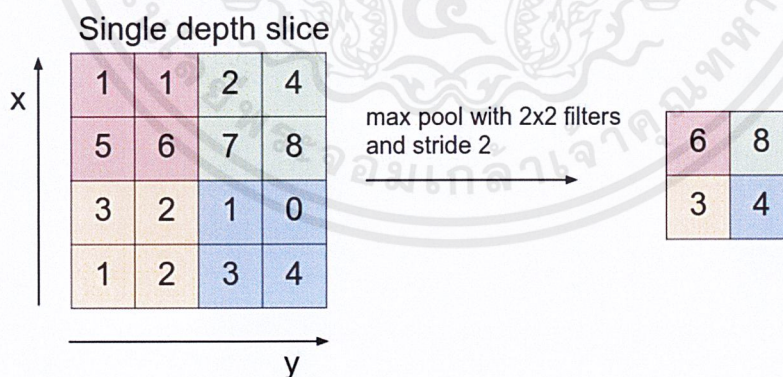
2.1.1 YOLO (You Only Look Once)

YOLO จัดว่าเป็นเทคนิคการตรวจจับวัตถุในภาพ (Modern Convolutional Detection) ซึ่งเป็นโอเพนซอร์สสำหรับงานปัญญาประดิษฐ์แบบโครงข่ายประสาท (Neural Network) ที่พัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา C++ และสามารถทำงานบนหน่วยประมวลผล CUDA ของ GPU Card เพื่อเพิ่มความเร็วการทำงานอย่างมหาศาลของแอปพลิเคชันได้เป็นอย่างดี เหมาะมากกับการประมวลผลภาพแบบ Real Time ภาพจากกล้องหรือวิดีโอ ซึ่งจัดว่าเป็น Engine ดีที่สุดในเรื่องความเร็วต่อความแม่นยำในยุคปัจจุบันโดย YOLO แต่ละเวอร์ชันจะมีโครงสร้าง Convolution Box ที่แตกต่างกัน และ Convolution

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Neural Network ของ YOLO คือการนำ Neural Network แบบต่างๆมาต่อออกจากส่วน Convolution Layer ทำให้การประมวลผลเร็วขึ้นแม่นยำขึ้น

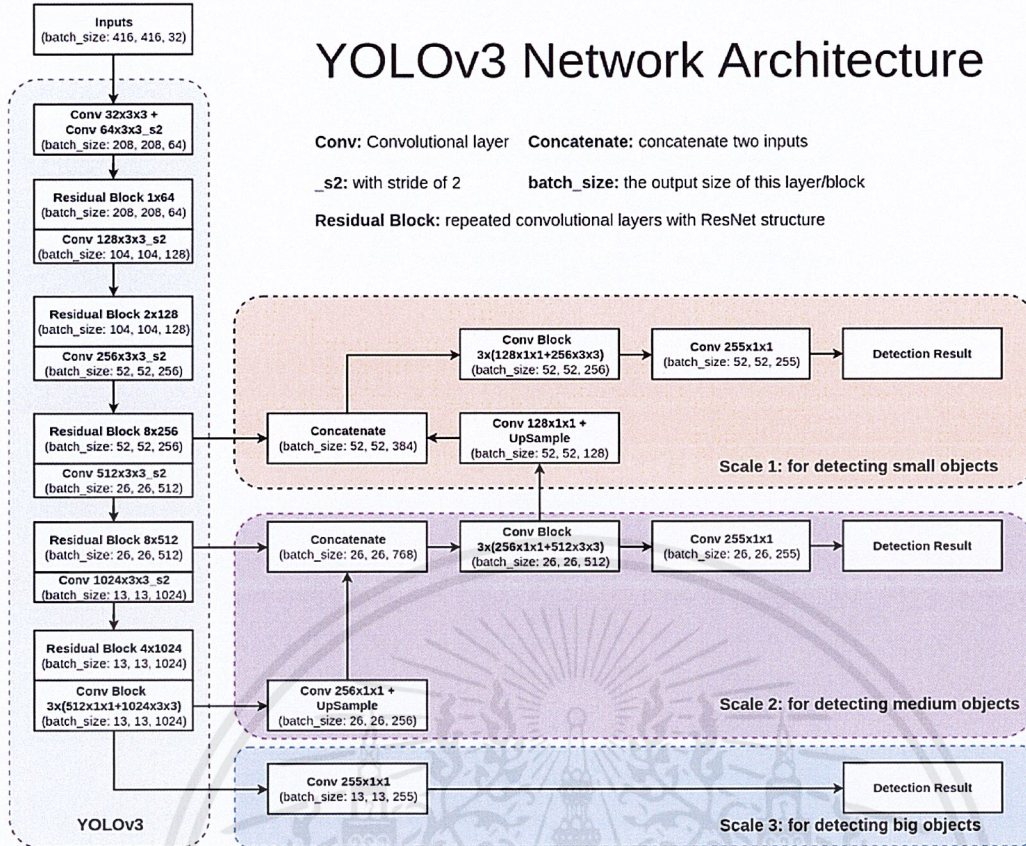
YOLO เป็นอัลกอริทึมที่มีแนวคิดในการทำนายขนาดและตำแหน่งของกล่อง จากความน่าจะเป็นที่กล่องนั้นจะเป็นกล่องล้อมรอบวัตถุ โดย YOLO นั้นจะทำการทำนายกรอบล้อมรอบและความน่าจะเป็นของวัตถุที่อยู่ในกรอบนั้นว่าเป็นวัตถุชนิดใดออกมาพร้อมกันทีเดียวด้วยวิธีการแบ่งภาพออกเป็น Grid Cell เล็กๆ ภาพแต่ละ Grid Cell จะถูกทดสอบความเหมือนกับลำดับโมเดลภาพที่ต้องการเปรียบเทียบแล้วสร้างเป็น Array of Grid Cell โดยเมื่ออยู่ใน Array ค่าในแต่ละ Grid จะเป็น probability ของแต่ละ Model ในฐานข้อมูลที่สอดคล้องกับ Location ของภาพ ณ ตำแหน่งนั้น ต่อจากนั้นทำการยุบขนาดและก็ทำการทดสอบความเหมือนกับลำดับโมเดลภาพใน State ต่อไปทำวนๆ หลายรอบ สองขบวนการดังกล่าวข้างต้นเรียกว่า การทำ Convolution เพื่อหาบริเวณ Grid Cell เล็กๆ ที่เหมือน Model บางที่เรียกว่าการทำ Filter และใช้ Max Pool ในการรวมกลุ่มของ Grid Cell เล็กๆ ที่เหมือนออกมา เพื่อลดขนาดพื้นที่ในการคำนวณ ข้อดีของการใช้ YOLO ทำงานได้เร็วมากและเหมาะสำหรับการประมวลผลแบบ Real Time สามารถทำนายตำแหน่งและชนิดของวัตถุได้พร้อมๆ กัน โดยทำภายใต้โครงข่ายใยประสาทเพียงชุดเดียว YOLO มีประสิทธิภาพสูงเทคนิคในการแยกแยะภาพจากภาพที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น ภาพถ่ายไปจนถึงภาพวาด มีความสามารถในการแยกแยะระหว่างวัตถุในภาพกับ Background Areas ได้ดีมาก YOLO จะตรวจจับวัตถุต่อ 1 Grid Cell ทำให้สามารถคาดเดารูปทรงวัตถุที่กระจายกระจายในภาพได้เป็นอย่างดี YOLO มีการพัฒนาปัจจุบัน YOLOv3 เป็นเวอร์ชันสาม



รูปที่ 2.2 Max Pool

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

YOLOv3 Network Architecture



รูปที่ 2.3 YOLOv3 Network Architecture

2.2 ระบบการประกันคุณภาพ (Quality Assurance: QA)

ระบบการประกันคุณภาพเป็นการรับประกันว่าสินค้าที่ผลิตไม่มีข้อบกพร่อง โดยการประเมินจะเริ่มจากการประเมินคะแนนในกระบวนการต่างๆ ตั้งแต่การหยิบชิ้นส่วนไปใช้งาน การประกอบ การตรวจสอบหลังจากการประกอบ แล้วจึงนำคะแนนที่ได้มาประเมินความรุนแรงในตารางว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการหรือไม่

Topic: Assembly wrong

Process	OK	NG	Total
Pre-assembly	10	0	10
Assembly	10	0	10
Final Inspection	10	0	10
Total	30	0	30

Final plan

Item	OK	NG	Total
1	10	0	10
2	10	0	10
3	10	0	10
Total	30	0	30

Pass rate
96%

Production Summary

Item	OK	NG	Total
1	10	0	10
2	10	0	10
3	10	0	10
Total	30	0	30

Final Inspection

Item	OK	NG	Total
1	10	0	10
2	10	0	10
3	10	0	10
Total	30	0	30

รูปที่ 2.4 ตัวอย่าง Toyota quality assurance evaluation forms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU)

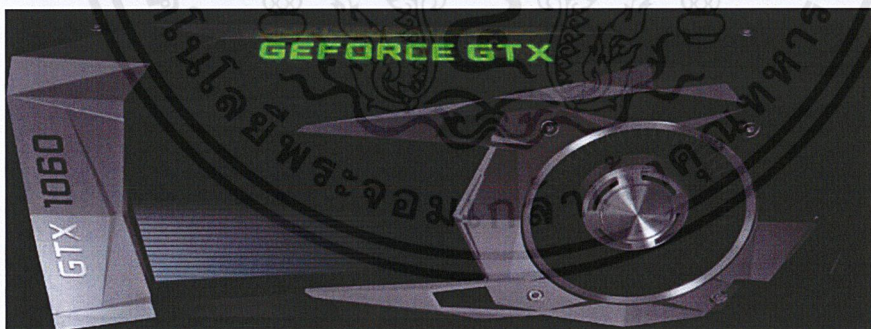
เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน การคำนวณทางคณิตศาสตร์และประมวลผลทางตรรกศาสตร์ของคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.5 Intel® Core™ i3-7100 Processor (3M Cache, 3.90 GHz)

2.3.2 หน่วยประมวลผลด้านกราฟฟิก (Graphics Processing Unit: GPU)

GPU นั้นจะทำหน้าที่เหมือนกับ CPU เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลทางด้านกราฟฟิก ซึ่งจะนำ GPU เข้ามาทำหน้าที่แทน CPU ทำให้ CPU ทำงานน้อยลง ลดความร้อนภายในเครื่อง โดยในโครงการฉบับนี้จะใช้ GPU NVIDIA GeForce GTX 1060 6 GB ตามรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 NVIDIA GeForce GTX 1060 6 GB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3. กล้อง

โครงการฉบับนี้ใช้กล้องสมาร์ทโฟน Iphone 6s กล้องที่ถ่ายวิดีโอได้ที่มีความละเอียดระดับ 4K และถ่ายภาพนิ่งได้ที่มีความละเอียด 12 ล้านพิกเซล 1.22 μm .

2.4 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 Anaconda Distribution

Anaconda Distribution โปรแกรมที่เอาไว้จัดการชุดคำสั่งที่พัฒนาไว้แล้ว โดยได้รวมชุดคำสั่งของหลากหลายสายงาน เช่น Data Virtualization, Machine Learning, Neural Network และอีกมากมาย ทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องพัฒนาชุดคำสั่งขึ้นมาใหม่เอง โดยใช้การเขียนโปรแกรมภาษา Python และมี Anaconda Navigator เป็น Graphical user interface (GUI)



รูปที่ 2.7 Anaconda Navigator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 Spyder IDE

Spyder เป็น IDE (Integrated Development Environment: IDE คือเครื่องมือช่วยพัฒนาโปรแกรมโดยมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่นคำสั่ง Compile, Run) หนึ่งของภาษา Python โดยออกแบบมาสำหรับนักวิทยาศาสตร์ สามารถแสดงผลภาพและผลลัพธ์ได้จาก NumPy (linear algebra), SciPy (signal and imageprocessing) หรือ matplotlib ได้ทั้งกราฟสองมิติและสามมิติ โดยตัวโปรแกรมจะมากับ Anaconda

The screenshot shows the Spyder IDE interface. On the left is the code editor with a Python script for FIR filter design. The script includes comments and code for plotting the frequency and phase responses of a highpass filter. On the right is the Reports panel, which displays the rendered HTML output of the script. The output includes a title 'Highpass FIR Filter', an introduction, a code chunk for the filter design, and two plots: 'Frequency response' and 'Phase response'. Below the plots, there is another code chunk for a 'Bandpass FIR filter'.

```

1 % FIR filter design with Python and SciPy
2 % Matti Pastell
3 % 15th April 2013
4
5 # Introduction
6
7 This an example of a script that can be published using
8 Pweave (http://mpastell.com/pweave). The script can be executed
9 normally using Python or published to HTML with Pweave
10 Text is written in markdown in lines starting with "#". and code
11 is executed and results are included in the published document.
12 The concept is similar to
13 publishing documents with [MATLAB] (http://mathworks.com) or using
14 stitch with [knitr] (http://http://yihui.name/knitr/demo/stitch/).
15
16 Notice that you don't need to define chunk options (see
17 Pweave docs) (http://mpastell.com/pweave/usage.html#code-chunk-options)
18 ).
19 but you do need one line of whitespace between text and code.
20 If you want to define options you can do it on using a line starting with
21 ** just before code e.g. #+ tex=TRUE, caption=Fancy plots...
22 If you're viewing the HTML version have a look at the
23 [source] (FIR_design.py) to see the markup.
24
25 The code and text below comes mostly
26 from my blog post [FIR design with SciPy] (http://mpastell.com/2010/01/18/fir-with-
27 scipy/),
28 but I've updated it to reflect new features in SciPy.
29
30 # FIR Filter Design
31
32 We'll implement lowpass, highpass and bandpass FIR filters. If
33 you want to read more about DSP I highly recommend [The Scientist
34 and Engineer's Guide to Digital Signal
35 Processing] (http://www.dspguide.com/) which is freely available
36 online.
37
38 ## Functions for frequency, phase, impulse and step response
39
40 Let's first define functions to plot filter
41 properties.
42
43 <-->
44 from pylab import *
45 import scipy.signal as signal
46
47 #plot frequency and phase response
48 def mfreqz(b,a=1):
49     w,h = signal.freqz(b,a)
50     h_db = 20 * log10 (abs(h))
51     subplot(211)
52     plot(w/max(w),h_db)
53     ylim(-150, 5)
54     ylabel('Magnitude (db)')
55     xlabel('Normalized Frequency (x$π$rad/sample)')
56     title('Frequency response')
57     subplot(212)
58     h_Phase = unwrap(arctan2(imag(h),real(h)))
59     plot(w/max(w),h_Phase)
60     ylabel('Phase (radians)')
61     xlabel('Normalized Frequency (x$π$rad/sample)')
62     title('Phase response')
63     subplots_adjust(hspace=0.5)
64

```

รูปที่ 2.8 Spyder IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

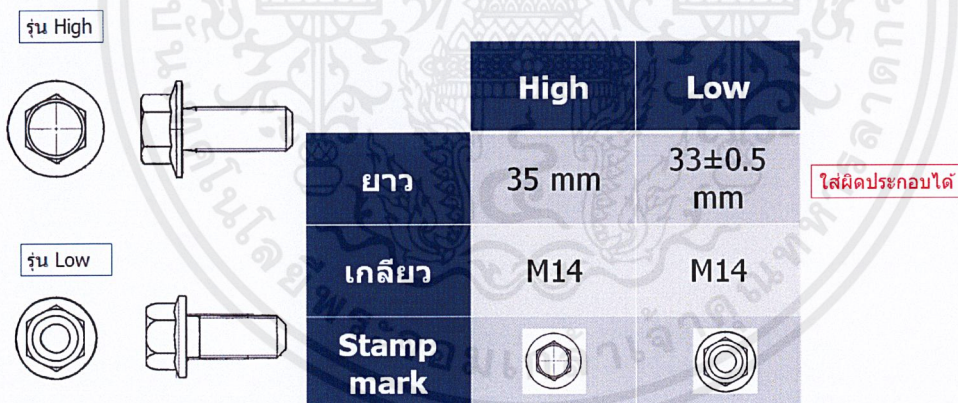
ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินโครงการ Quality Assurance System for Autoparts Misassembly Detection Using Deep Learning Technique เริ่มด้วยขั้นตอนการประเมินระบบการประกันคุณภาพ (Quality Assurance Network: QA-Network) เพื่อหาขั้นตอนในการผลิตที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ และการเลือกทฤษฎีการประมวลผลทางภาพเพื่อที่ใช้ในการตรวจจับโบลท์

3.1 กระบวนการการคัดแยก การตรวจสอบและความแตกต่างของโบลท์คาลิปเปอร์

3.1.1 ความแตกต่างของโบลท์คาลิปเปอร์

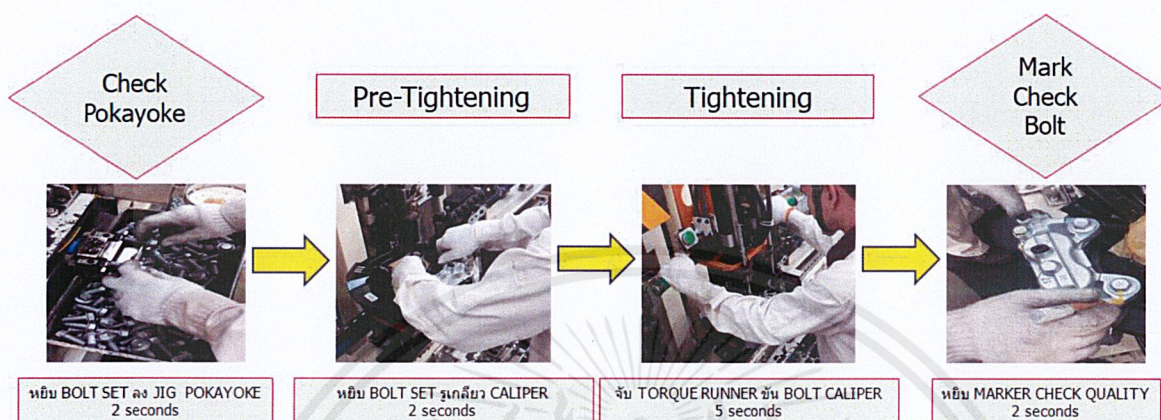
จากรูปที่ 3.1 จะเห็นว่าความยาวของโบลท์ทั้งสองรุ่นมีขนาดไม่เท่ากันแต่ขนาดเกลียวมีขนาดเท่ากันทำให้สามารถใส่ด้วยกันได้ การประมวลผลภาพจะใช้ภาพจากมุมบนที่มีความแตกต่างของโบลท์ทั้งสองรุ่นอย่างเห็นได้ชัด



รูปที่ 3.1 ตารางและแผนภาพเปรียบเทียบโบลท์ของทั้งสองรุ่น

3.1.2 วิธีคัดแยกและการตรวจสอบโบลท์ในปัจจุบัน

ปัจจุบันมีการคัดแยกโบลท์ของทั้งสองรุ่นโดยใช้ Limit Switch ในขั้นตอนแรก และใช้ปากกามาร์คเกอร์ในการตรวจสอบในขั้นตอนสุดท้าย



รูปที่ 3.2 วิธีคัดแยกและการตรวจสอบโบลท์ในปัจจุบัน

3.2 การประเมินระบบการประกันคุณภาพ (Quality Assurance Network: QA-Network)

ปัจจุบันพบว่าปัญหาการป้องกันการประกอบผิดรุ่นยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่ต้องการ ระดับประกันคุณภาพในส่วนของ Outflow Prevention Problem โดยรวมมี Assurance Level อยู่ที่ระดับ L4 (สามารถดูได้จากตารางที่ 3.1) สาเหตุจากมาตรฐานการทำงานของกระบวนการ Check to Parts และ Control Item ไม่ผ่านการประกันคุณภาพได้ 3 คะแนนระดับ L4 เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากพบการประกอบผิดรุ่น ซึ่งการประกอบผิดรุ่นนั้นจะส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของลูกค้า (สามารถดูได้จากตารางที่ 3.4) และเป็น ∇S (Concern Safety สามารถดูได้จากตารางที่ 3.3) ทำให้ระดับการรับประกันจะต้องเป็น \star (สามารถดูได้จากตารางที่ 3.2) แต่ปัจจุบันผลรวมคะแนนเมื่อเทียบกับตารางที่ 3.1 ตารางล่างระดับจะอยู่ที่ \odot ทำให้ต้องเปลี่ยนมาใช้กล่อง และวิธีการตรวจสอบหลังการประกอบจะกลายเป็น Automatic Check ระดับการรับประกันจึงกลายเป็น \star

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตารางผลการประเมินระบบการประกันคุณภาพ (Quality Assurance Network : QA-Network)

QA-Network(Wrong Part) Table			Current	Ideal
Problem Occurred Prevention	Parts supply method	Taking out	Pokayoke 5	Pokayoke 5
		Feeding in	Actual part, ID display 2	Actual part, ID display 2
	Control Item	Taking out	Operation method standard 2	Operation method standard 2
		Feeding in	Operation method standard 2	Operation method standard 2
	Total Point		11	11
	Assurance Level		2	2
Outflow Prevention Problem	Check to parts	Standard operation 1	Automatic 6	
	Control Item	Operation method standard 2	Standard & record of function confirmation 2	
	Total Point		3	8
	Assurance Level		4	1
Point		○	☆	

Occurrence problem		Outflow prevention	
L1	1 4 -	L1	8 -
L2	1 0 - 1 3	L2	6 - 7
L3	6 - 9	L3	4 - 5
L4	3 - 5	L4	2 - 3
L5	0 - 2	L5	0 - 1

Occurrence problem	Outflow prevention				
	L1	L2	L3	L4	L5
L1	☆	☆	☆	☆	☆
L2	☆	☆	◎	◎	○
L3	☆	◎	○	○	○
L4	☆	◎	○	△	△
L5	☆	○	△	×	×

ตารางที่ 3.2 ตารางประเมินระดับความรุนแรง

Hazard Level Table				
	A	B	C	D
▽S	☆	☆	☆	☆
Large	☆	◎	◎	○
Medium	◎	◎	○	△
Small	○	○	○	△

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตารางประเมินผลกระทบ

Harm/defect Level	
▽S	Concern Safety
L	Important function loss
M	Basically function loss
S	Appearance Problem

ตารางที่ 3.4 ตารางสถานที่ที่ตรวจพบ

Found place	
A	Effect to customer
B	Effect to Final inspection Check
C	Effect to Assembly Process at (A)
D	Found to Production process (K)

3.3 การฝึกแบบจำลอง

โครงการฉบับนี้ได้ใช้อัลกอริทึม YOLO สำหรับการค้นหาและรู้จำภาพ และใช้ไลบรารี Imageai สำหรับสร้างแบบจำลองโดยได้แบ่งรูปออกเป็น 2 คลาสและแบ่งภาพทั้งหมดออกเป็นสองส่วนคือส่วนที่ใช้ในการฝึก 80% และ ส่วนที่ใช้ในการทดสอบ 20% ของภาพทั้งหมด โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ถ่ายภาพภาพโบล์ทจากกล่องมือถือโดยจะถ่ายโบล์ททั้งสองแบบแบบละ 200 ภาพ ตัวอย่างดังรูปที่ 3.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 ภาพถ่ายที่ใช้ในการฝึกแบบจำลองรูปที่ 1



รูปที่ 3.4 ภาพถ่ายที่ใช้ในการฝึกแบบจำลองรูปที่ 2

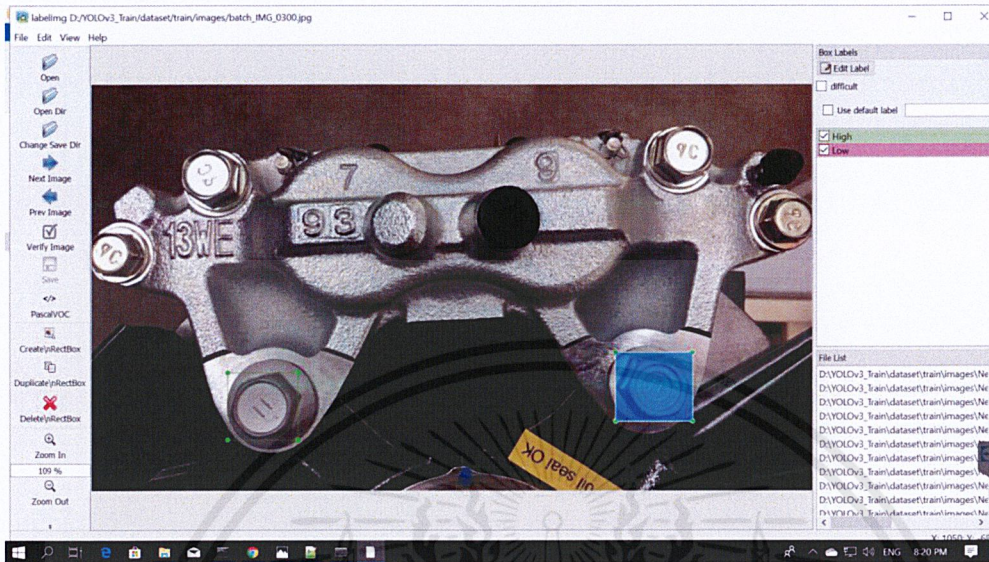
2. ในการฝึกโมเดลนี้ได้จัดรูปโพลเดอร์ดังรูปที่ 3.4 โดยจะสร้างโพลเดอร์ชื่อว่า Train กับ Validation ข้างในทั้งสองโพลเดอร์จะสร้างโพลเดอร์ชื่อ images กับ annotations ภายในโพลเดอร์ images จะเก็บรูปถ่ายที่ได้จากข้อ 1. ส่วนโพลเดอร์ annotations จะเก็บไฟล์ที่ได้จากข้อ 3.

- ▼ dataset
 - cache
 - json
 - logs
 - models
 - train
 - annotations
 - > images
- ▼ validation
 - annotations
 - > images

รูปที่ 3.5 Train Validation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้โปรแกรม Labeling ในการกำกับชื่อและตำแหน่งของวัตถุในภาพโดยจะติกรอบส่วนที่เป็นสิ่งที่สนใจแล้วทำการกำหนดชื่อเรียก หลังจากติกรอบกับกำหนดชื่อเสร็จแล้วไฟล์จะถูกบันทึกเป็น นามสกุล XML ในรูปแบบของ PASCAL VOC



รูปที่ 3.6 Labelimg

4. การฝึกโมเดลจะใช้การฝึกแบบ Transfer Learning โดยใช้ Pre-Trained Model คือการนำโมเดลที่มีการเรียนรู้มาช่วยในการฝึกฝนเพื่อเพิ่มความเร็วในการฝึกโมเดล และการฝึกโมเดลจะฝึกโดยใช้ GPU เพื่อเพิ่มความเร็วในการประมวลผลภาพ

```

1 from imageai.Detection.Custom import DetectionModelTrainer
2
3 trainer = DetectionModelTrainer()
4 trainer.setModelTypeAsYOLOv3()
5 trainer.setDataDirectory(data_directory="D:\YOLOv3_Train\dataset")
6 #trainer.setDataDirectory(r"D:/Bolts_1/Bolts")
7 trainer.setTrainConfig(object_names_array=["High", "Low"], batch_size=4, num_experiments=100, train_from_pretrained_model="pretrained-yolov3.h5")
8
9 # In the above, when training for detecting multiple objects,
10 # set object_names_array=["object1", "object2", "object3", ... "objectz"]
11 trainer.trainModel()
12

```

รูปที่ 3.7 โปรแกรมที่ใช้ในการฝึกโมเดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

การประเมินความแม่นยำจะมีค่าพื้นฐานอยู่ 4 ค่า คือ

1. True Positive (TP) คือจำนวนการทำนายที่ถูกที่เป็นคลาสที่สนใจอยู่
2. True Negative (TN) คือจำนวนที่ทำนายถูกว่าไม่ได้เป็นคลาสที่สนใจอยู่
3. False Positive (FP) คือจำนวนที่ทำนายผิดมาเป็นคลาสที่สนใจอยู่
4. False Negative (FN) คือจำนวนที่ทำนายผิดมาเป็นคลาสที่ไม่ได้สนใจอยู่

โดยในโครงงานฉบับนี้จะประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองด้วยค่า mAP (Mean Average Precision) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้กราฟ Precision-Recall ในช่วง 0 ถึง 1 โดย Precision เป็นตัวชี้วัดความแม่นยำในการทำนายของเครื่อง และ Recall เป็นตัวบ่งชี้ว่าเครื่องสามารถทำนายถูกต้องได้มากเท่าไร

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F1 = 2 \cdot \frac{\text{precision} \cdot \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}}$$

TP = True positive

TN = True negative

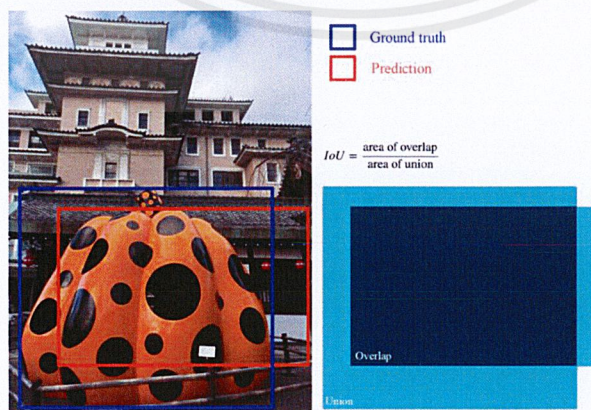
FP = False positive

FN = False negative

รูปที่ 3.8 Precision และ Recall

3.5 IoU (Intersection Over Union)

เป็นวิธีการที่ใช้วัดความสอดคล้องระหว่างข้อมูลสองชุดโดยในรายงานฉบับนี้จะหมายถึงพิกเซลในกรอบที่เครื่องได้ทำการทำนาย กับพิกเซลในกรอบที่เป็นเฉลย



รูปที่ 3.9 IoU (Intersection Over Union)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

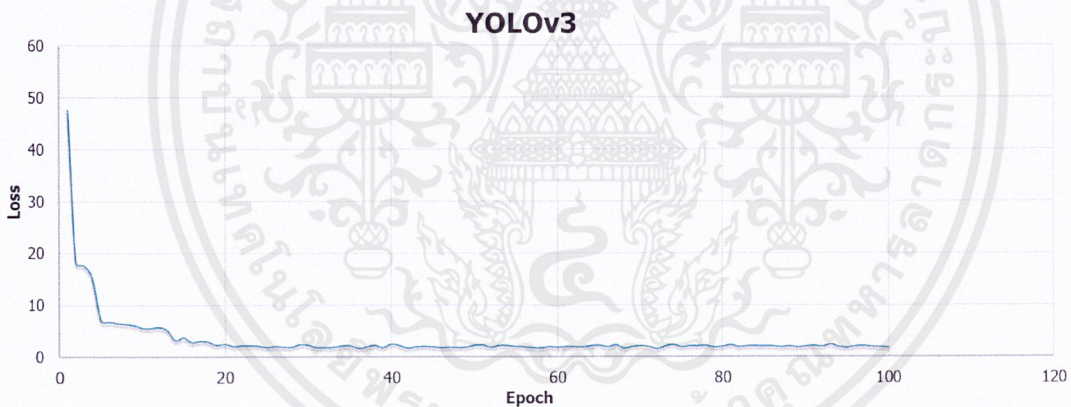
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการฝึกโครงข่ายประสาทเทียม

การฝึกโครงข่ายประสาทเทียมได้ใช้คอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยประมวลผลกลาง Intel Core i3-7100 RAM 8GB และมีหน่วยประมวลผลภาพ NVIDIA GeForce GTX 1060 RAM 6GB ในการประมวลผล โดยกำหนดรอบในการฝึกโครงข่ายประสาทเทียมทั้งหมด 100 รอบ ใช้เวลาในการประมวลผลประมาณ 50 ชั่วโมง

รูปที่ 4.1 แสดงค่าสูญเสียเฉลี่ยของแบบจำลอง โดยพบว่าค่าเฉลี่ยสูญเสียของแบบจำลองลดลงเรื่อยๆ และเริ่มคงที่ที่รอบการสอนที่ 20 และค่าเฉลี่ยสูญเสียของแบบจำลองมีค่าต่ำที่สุดเมื่อสอนโครงข่ายรอบที่ 72 โดยค่าสูญเสียเฉลี่ยจะอยู่ที่ 1.49 และค่า mAP ที่ได้จากการรันโปรแกรมในการประเมินผลสามารถดูได้จากรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 กราฟค่าสูญเสียเฉลี่ยของแบบจำลอง

Model File: dataset/models/detection_model-ex-72--loss-1.49.h5

```
Using IoU : 0.75
Using Object Threshold : 0.2
Using Non-Maximum Suppression : 0.45
High: 0.9809
Low: 0.9028
mAP: 0.9418
=====
None
```

รูปที่ 4.2 ผลการประเมินค่า mAP ของโมเดล

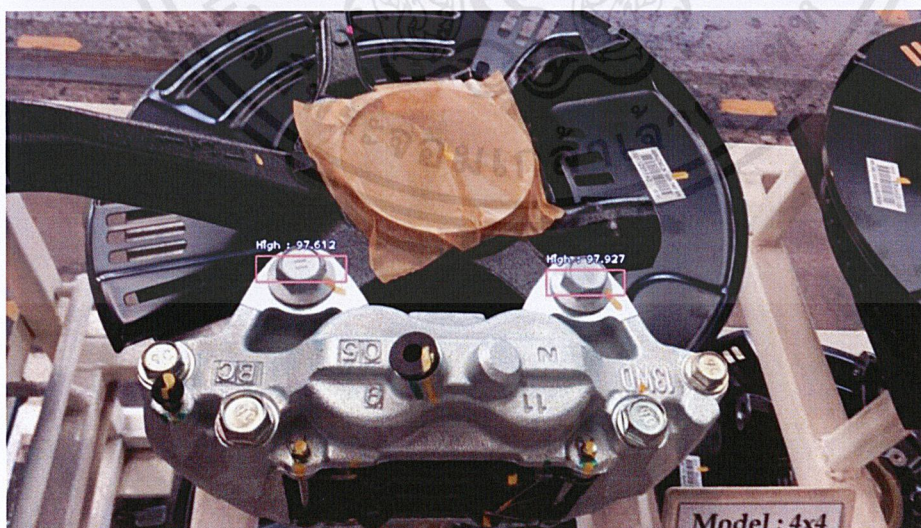
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมผ่านโปรแกรม

หลังจากที่ได้ทำการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมเสร็จสิ้น จึงได้ทำการทดสอบโดยนำภาพถ่ายจากกล้องมือถือออปโทลดลงคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมและโครงข่ายติดตั้งไว้ และจากภาพที่ 4.3 สองภาพแรก พบว่าสองรอบแรกแบบจำลองสามารถตรวจสอบโบลท์คาลิปเปอร์เบรคได้ทั้งสองตัวอย่างถูกต้อง ส่วนรูปที่สามแบบจำลองไม่สามารถตรวจสอบโบลท์คาลิปเปอร์เบรคได้ เนื่องจากมุมและแสงทำให้ขอบของตัวโบลท์กลมกลืนไปกับตัวคาลิปเปอร์ ส่วนรูปสุดท้ายเป็นการทำนายที่เกินมาเนื่องจากลักษณะมีรูปร่างคล้ายกับตัวโบลท์



รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมผ่านโปรแกรมรูปที่ 1



รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมผ่านโปรแกรมรูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมผ่านโปรแกรมรูปที่ 3



รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบโครงข่ายประสาทเทียมผ่านโปรแกรมรูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

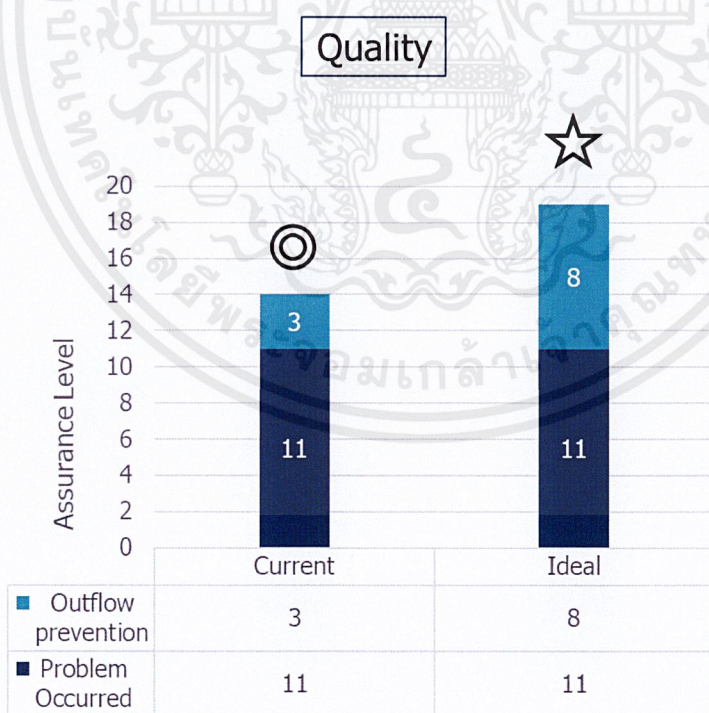
บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

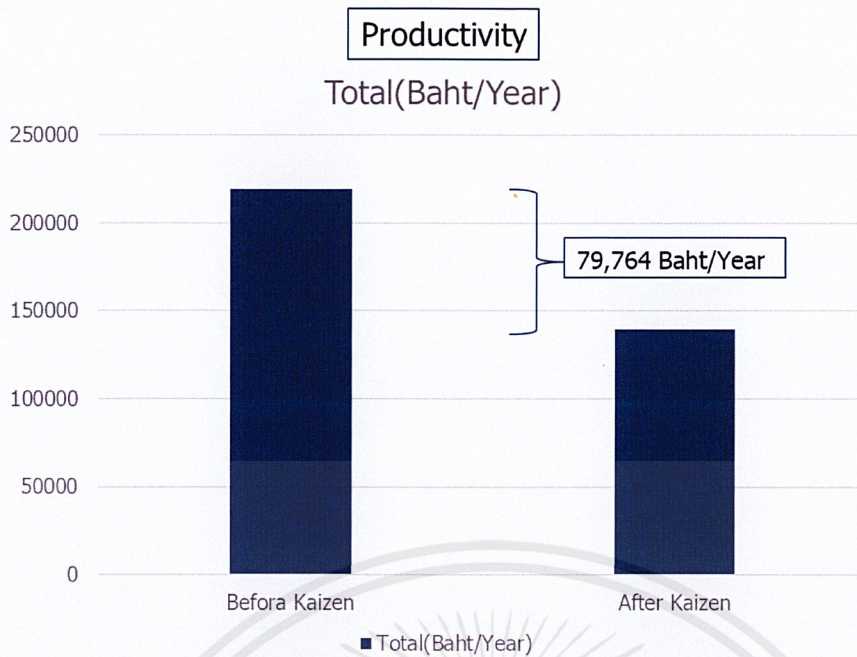
โครงการสหกิจศึกษาฉบับนี้ได้ใช้การตัดแยกโบล์ทคาลิปเปอร์เบรคโดยใช้กล้องมือถือในการถ่ายภาพเพื่อเก็บตัวอย่างในการฝึกฝนแบบจำลองด้วยอัลกอริธึม YOLO และใช้ไลบรารี ImageAI หลังจากการฝึกฝนโมเดลได้ครบ 100 รอบ ผลปรากฏว่าค่าการสูญเสียเฉลี่ยของการฝึกแบบจำลองลดลงต่ำที่สุดอยู่ที่รอบที่ 72

โดยมีค่า mAP ที่ได้จากการรันโปรแกรมในการประเมินผล เท่ากับ 0.9418 ที่ IoU เท่ากับ 0.75 จากการทดสอบโดยนำภาพไปประมวลผลผ่านโปรแกรมสามารถตรวจจับได้แต่ยังมีข้อผิดพลาดอยู่ หากทำสำเร็จจนประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จะทำให้ยกระดับด้านการประกันคุณภาพจาก © เป็น ☆ ส่วนทางด้านการผลิตจะลดค่าแรงลงได้ประมาณ 80,000 บาท/ปี



รูปที่ 5.1 กราฟการเพิ่มขึ้นของระดับการรับประกันคุณภาพ

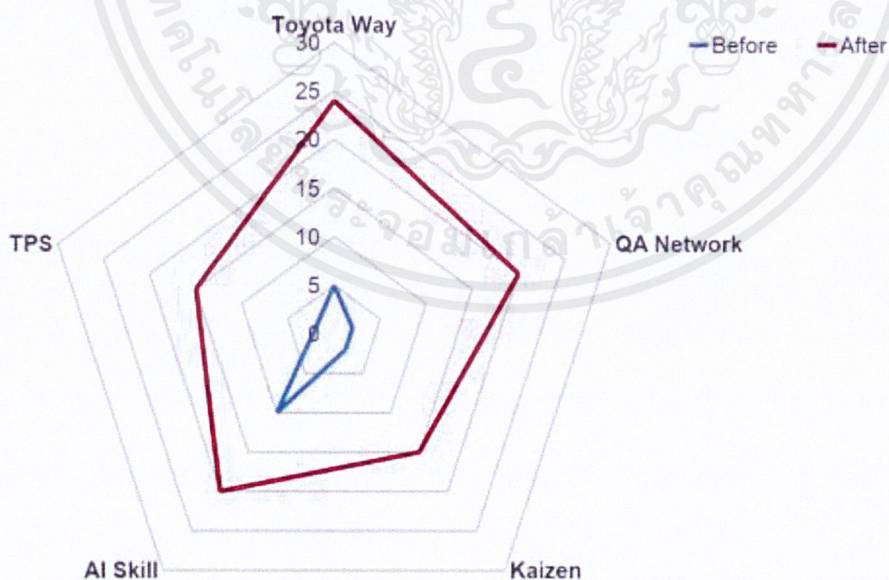
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 กราฟการลดลงของค่าแรงต่อปี

5.2 ทักษะที่ได้รับการพัฒนา

จากที่เกริ่นนำว่าจากการฝึกสหกิจศึกษาในครั้งนี้ทำให้ข้าพเจ้าได้พัฒนาในทักษะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพื้นฐานทางด้านอุตสาหกรรมผลิตในระดับ World Class โดยเฉพาะ Toyota Way ซึ่งผลประเมินทักษะเป็นดังรูปที่ประเมินดังรูปที่ 5.3 ที่จำเป็นอย่างมากในการออกไปทำงานหลังจบการศึกษา



รูปที่ 5.3 ผลประเมินทักษะก่อนและหลังการฝึกสหกิจศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา

เนื่องจากข้าพเจ้ามีความรู้ความชำนาญไม่เพียงพอจึงทำให้โครงการล่าช้าไปพอสมควร วิธีการแก้ปัญหาคือการค้นคว้าหาข้อมูล อ่านบทความ งานวิจัย ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมภาษาไพทอน (Python) และวิธีการตั้งค่าโปรแกรม ทางอินเทอร์เน็ต อีกทั้งบริษัทมีความเข้มงวดทางด้านความปลอดภัยทางอินเทอร์เน็ตค่อนข้างมากจึงทำให้การค้นคว้า การดาวน์โหลดและลงโปรแกรมเป็นไปได้ค่อนข้างลำบาก จึงต้องใช้อินเทอร์เน็ตตัวเองในการค้นหาข้อมูล

5.4 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากวิศวกรที่ดูแลนักศึกษาไม่มีความชำนาญทางด้านนี้ ทำให้โครงการดำเนินไปได้ล่าช้ากว่ากำหนดการที่ควรจะเป็น ควรจะมีบุคลากรที่ให้คำปรึกษาที่เชี่ยวชาญทางด้านนี้ ส่วนความพร้อมทางด้านอุปกรณ์ เนื่องจากทางสายการผลิต 3 กำลังอยู่ในระหว่างการดำเนินโครงการให้เป็นรูปธรรมอยู่แล้วและอยู่ในระหว่างการพิจารณาคัดเลือกผู้จำหน่ายกล้องวิดีโอและอุปกรณ์ประกอบ ระหว่างนี้ควรมีการจำลองพื้นที่ให้นักศึกษาได้ทดสอบหรือทดลองเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมก่อน Implement เช่นการเตรียมเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ที่แยกมากับเน็ตเวิร์คหลัก เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] IoU (Intersection Over Union) เข้าถึงได้จาก:

<https://www.mindphp.com/forums/viewtopic.php?f=29&t=42840>

[2] YOLOv3 เข้าถึงได้จาก:

http://catclub.cattelcom.com/catclub/pdf/2018-12_CATCLUB-dec-2018.pdf

[3] YOLOv3 Network Architecture เข้าถึงได้จาก:

<https://www.cyberailab.com/home/a-closer-look-at-yolov3>

[4] QA-Network, Toyota Production System เข้าถึงได้จาก:

<http://tu4903520163.blogspot.com/2010/03/blog-post.html>

[5] ImageAI เข้าถึงได้จาก:

<https://github.com/OlafenwaMoses/ImageAI>

[6] Anaconda® distribution เข้าถึงได้จาก:

<https://a/medium.com/@payat.jira/%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A2-python-%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%96%E0%B8%AD%E0%B8%B0-97c0665b8321>

[7] GPU เข้าถึงได้จาก:

<https://www.mindphp.com/%E0%B8%84%E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B7%E0%B8%AD/73-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/5372-graphics-processing-unit.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[8] CPU เข้าถึงได้จาก:

<https://www.mindphp.com/%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%A1%0%B8%B7%E0%B8%AD/73-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/2017-cpu-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3.html>

[9] Spyder เข้าถึงได้จาก:

<https://python3.wannaphong.com/2015/11/spyder-ide.html>

[10] J. Redmon and A. Farhadi, “YOLOv3: An Incremental Improvement”, CoRR, 2018.

[11] N. Manoj, A. Bunjanda and C. Rattanapoka, “A System for Cooking Recipe Sharing and Cooking Recipe Finding by an Image of Ingredients using Deep Learning Technique”, The Journal of Industrial Technology, Vol. 15 No.2 May-August 2019

[12] Deep Learning เข้าถึงได้จาก:

https://www.researchgate.net/figure/Deep-learning-diagram_fig5_323784695

[13] ถ้ายากลงทุน Deep Learning สำหรับโรงงานต้องรู้อะไรบ้าง By COGNEX

<https://www.mmthailand.com/%E0%B8%A5%E0%B8%87%E0%B8%97%E0%B8%B8%E0%B8%99-deep-learning-cognex/>

[14] Convolution Neural Network Deep Learning (ปัญญาประดิษฐ์) โดย ดร.สมรักษ์ เพชรชาติรี ห้องเล็บบราวเนียน ศูนย์นวัตกรรม CAT, นิตยสาร CAT CLUB, Issue 12 December 2018

http://catclub.cattelcom.com/catclub/pdf/2018-12_CATCLUB-dec-2018.pdf