



การพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติเหตุการของพนักงานขับรถยก
ที่คลังสินค้า ในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

ปฐมพงษ์ หอมศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติเหตุการชนของพนักงานขับรถยก
ที่คลังสินค้า ในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง



ปฐมพงษ์ หอมศรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

DEVELOPMENT OF THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE DIGITAL CAMERA SYSTEM FOR
DETECTING AMONG FORKLIFT OPERATORS AT WAREHOUSE IN AN AUTOMOTIVE
MANUFACTURING, RAYONG PROVINCE



PATOMPHONG HOMSRI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF SCIENCE
IN OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
BURAPHA UNIVERSITY

2025

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ปฐมพงษ์ หอมศรี ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ของมหาวิทยาลัยบูรพา
ได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศรียรัตน์ ล้อมพงศ์)

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศรียรัตน์ ล้อมพงศ์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ)

..... คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. โกวิท สุวรรณหงษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ของ
มหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ่มเยี่ยม)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

65920042: สาขาวิชา: อาชีวอนามัยและความปลอดภัย; วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

คำสำคัญ: การพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์/ อุปกรณ์การณ/ พนักงานขับรถยก/ รถยกไฟฟ้า/ คลังสินค้า

ปฐมพงษ์ หอมศรี : การพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติเหตุของพนักงานขับรถยก ที่คลังสินค้า ในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง. (DEVELOPMENT OF THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE DIGITAL CAMERA SYSTEM FOR DETECTING AMONG FORKLIFT OPERATORS AT WAREHOUSE IN AN AUTOMOTIVE MANUFACTURING, RAYONG PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ชีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์, Ph.D., ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, Ph.D. ปี พ.ศ. 2568.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์โดยใช้ YOLOv8 และ Raspberry Pi 5 เพื่อช่วยลดอุบัติเหตุในคลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์ในจังหวัดระยอง โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างพนักงานขับรถยก จำนวน 3 คน การพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2567 ผลการวิจัย พบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนอุบัติเหตุก่อนและหลังพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ($p = 0.025$) โดยที่จำนวนอุบัติเหตุก่อนติดตั้งมีจำนวน 742 ครั้ง และหลังติดตั้งพบว่ามีจำนวนเพิ่มขึ้น 1,567 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยก่อนติดตั้ง 92.7 ± 20.5 และหลังติดตั้งเป็น 195.5 ± 58.6 ครั้ง และระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์มีความแม่นยำ (Mean Average Precision: mAP) อยู่ที่ร้อยละ 85.35 ผลการประเมินประสิทธิภาพความแม่นยำของระบบพบว่าสามารถตรวจจับเหตุการณ์และวัตถุในรัศมี 0-3 เมตร ด้วยค่าระดับคะแนนความมั่นใจ (Confidence score) มากกว่า 90% และตรวจจับวัตถุประเภทคนได้ร้อยละ 100 การทดสอบผลการประเมินความพึงพอใจพบว่าพนักงานขับรถยกมีความพึงพอใจในระดับดี โดยเห็นว่าระบบช่วยเพิ่มความปลอดภัย ความรวดเร็ว และความสะดวกในการปฏิบัติงาน ระบบกล้องปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนานี้ควรถูกนำไปใช้ในพื้นที่อื่นที่มีลักษณะการทำงานเสี่ยงต่ออุบัติเหตุ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความปลอดภัยในสถานประกอบการ รวมถึงพัฒนาให้รองรับสถานการณ์ที่ซับซ้อนมากขึ้นและจัดการอบรมเพิ่มเติมให้กับพนักงานเพื่อเพิ่มทักษะและความเข้าใจในการใช้ระบบ

65920042: MAJOR: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY; M.Sc. (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)

KEYWORDS: ARTIFICIAL INTELLIGENCE DIGITAL CAMERA SYSTEM/ INCIDENTS/ FORKLIFT OPERATOR/ STACKER/ WAREHOUSE

PATOMPHONG HOMSRI : DEVELOPMENT OF THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE DIGITAL CAMERA SYSTEM FOR DETECTING AMONG FORKLIFT OPERATORS AT WAREHOUSE IN AN AUTOMOTIVE MANUFACTURING, RAYONG PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE: TEERAYUT SA-NGIAMSAM, Ph.D. SRIRAT LORMPHONGS, Ph.D. 2025.

This research aims to develop an artificial intelligence (AI) camera system using YOLOv8 and Raspberry Pi 5 to reduce incidents in the warehouse of an automobile manufacturing company in Rayong Province. Data were collected from a sample group of three forklift operators. The development of the AI system occurred from March to August 2024. The study's results showed a statistically significant difference in the average number of incidents before and after the system installation at the 0.05 level ($p = 0.025$). The number of incidents before installation was 742, while it increased to 1,567 after installation. The average number of incidents before installation was 92.7 ± 20.5 , and after installation, it was 195.5 ± 58.6 . The AI digital camera system achieved an accuracy (Mean Average Precision: mAP) of 85.35%. Performance evaluations indicated that the system could detect events and objects within a 0-3 meter radius with a confidence score exceeding 90%, and it was able to identify people with 100% accuracy. An employee satisfaction survey revealed that forklift operators were highly satisfied, as they felt the system enhanced safety, speed, and convenience in their tasks. This developed AI camera system should be implemented in other high risk work environments to improve workplace safety. Further development is recommended to handle more complex scenarios, and additional training should be provided to employees to enhance their skills and understanding of the system.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ช่วยให้คำแนะนำทางด้านวิชาการตรวจสอบเอกสารที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริรัตน์ ล้อมพงศ์ รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุท และ ดร.ธีรานันท์ นาคใหญ่ ตลอดจนคณาจารย์ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาเซียนศึกษาและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาทุกท่าน คุณชาญวิทย์ สารปิง หัวหน้าแผนกจัดซื้อ และคณะผู้บริหารบริษัท อีซูซุ โลจิสติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด คุณสุริยันต์ ศรีมาตย์ วิศวกร ปัญญาประดิษฐ์ บริษัท เอสพีพี ดีไซน์ แอนด์ เอ็นจิเนียริง จำกัด ที่คอยให้คำปรึกษาให้ความรู้และให้ความช่วยเหลือ รวมถึงการให้คำแนะนำต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ปฐุมพงษ์ หอมศรี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	5
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
ลักษณะการทำงานของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้า.....	9
ข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุและเหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุของรถยกที่คลังสินค้า.....	11
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับอุบัติเหตุการณ์และวิธีป้องกันและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
การพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ.....	39
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	41

รูปแบบการวิจัย.....	41
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	41
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	41
การตรวจสอบเครื่องมือ.....	50
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	51
การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง.....	53
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	55
1. ผลพัฒนาระบบกล้องปัญญาประดิษฐ์และทดสอบโปรแกรม.....	55
2. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง.....	58
3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ของพนักงานขับรถยก คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง.....	59
4. ระดับความพึงพอใจของพนักงานขับรถยกหลังจากติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์	61
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	64
สรุปผลการวิจัย.....	64
อภิปรายผลการวิจัย.....	67
ข้อเสนอแนะ.....	71
บรรณานุกรม.....	73
ภาคผนวก.....	78
ภาคผนวก ก.....	79
ภาคผนวก ข.....	81
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	87

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากรถยกของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งจำแนกตามปีที่เกิดอุบัติเหตุ ในปี พ.ศ. 2560-2565.....	12
ตารางที่ 2 การทำงานเกี่ยวกับรถยกตามกฎหมาย	23
ตารางที่ 3 ระดับคะแนนความพึงพอใจของผู้ใช้งาน	49
ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล.....	58
ตารางที่ 5 จำนวนอุบัติเหตุก่อนและหลังการพัฒนาระบบกล้องดิจิทัล	59
ตารางที่ 6 จำนวนอุบัติเหตุก่อนและหลังการพัฒนาระบบกล้องดิจิทัล.....	60
ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยของจำนวนอุบัติเหตุก่อนและหลังการติดตั้งระบบกล้อง AI ...	60
ตารางที่ 8 จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามความพึงพอใจ (รายข้อ) ภายหลังจากติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์	61
ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับความพึงพอใจภายหลังจากติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์	62

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
ภาพที่ 2 รถยก Unloading part จากตู้คอนเทนเนอร์.....	10
ภาพที่ 3 พนักงานแผนกตรวจรับชิ้นส่วนตรวจสอบความถูกต้องของป้ายชื่อสินค้าและจำนวนข้างพาเลท	10
ภาพที่ 4 พนักงานแผนกควบคุมคุณภาพตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วน	11
ภาพที่ 5 พนักงานขับรถยกนำสินค้าไปจัดเก็บตามตำแหน่งที่อยู่บนชั้นวางสินค้าในแนวสูง	11
ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดอุบัติเหตุ และเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุ.....	16
ภาพที่ 7 ทฤษฎีการเกิดอุบัติเหตุของ Heinrich	17
ภาพที่ 8 แบบจำลองสาเหตุของอุบัติเหตุและความสูญเสีย.....	18
ภาพที่ 9 ความสูญเสียของอุบัติเหตุเปรียบเทียบกับภูเขาน้ำแข็ง.....	20
ภาพที่ 10 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของกระบวนการประมวลผลภาพ.....	27
ภาพที่ 11 บล็อกไดอะแกรม โครงสร้างการหาวัตถุจากภาพ (Framework for object finding).....	27
ภาพที่ 12 แผนภูมิการทำงานของระบบขนส่งอัจฉริยะ	30
ภาพที่ 13 การบูรณาการโลจิสติกส์แพลตฟอร์ม 4.0 โดยใช้สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์	30
ภาพที่ 14 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) สำหรับความปลอดภัยของรถยก ...	31
ภาพที่ 15 ภาพรวมของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI).....	32
ภาพที่ 16 ระบบขนส่งอัจฉริยะ	33
ภาพที่ 17 สถาปัตยกรรมในการใช้ AI เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในสถานที่ก่อสร้าง	34
ภาพที่ 18 การใช้ AI ในการตรวจสอบพฤติกรรมและการเคลื่อนไหวของคนงานเพื่อป้องกัน อุบัติเหตุจากการทำงานในสถานที่ก่อสร้าง	35
ภาพที่ 19 คลาวด์คอมพิวเตอร์	37
ภาพที่ 20 เทคโนโลยี 5G	38

ภาพที่ 21	สถาปัตยกรรมของระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์	42
ภาพที่ 22	ออกแบบตำแหน่งติดตั้งกล้องดิจิทัล AI อุปกรณ์ส่งสัญญาณ 5G และจอมอนิเตอร์ที่รถยนต์	43
ภาพที่ 23	การเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าที่ใช้กับ Raspberry Pi 5 ในระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ .	44
ภาพที่ 24	ชุดรายละเอียดอุปกรณ์ในการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์	45
ภาพที่ 25	การเตรียมข้อมูลสำหรับฝึกปัญญาประดิษฐ์ (Train Artificial Intelligence).....	47
ภาพที่ 26	การกำหนดพื้นที่และเงื่อนไขในการตรวจจับการคำนวณระยะห่างระหว่างคนและรถยนต์	48
ภาพที่ 27	รายละเอียดของการวิจัยแบบ Quasi-experimental study: One group	52
ภาพที่ 28	ทดสอบระบบก่อนนำมาใช้งานระดับความเชื่อมั่น (Confidential level) ตั้งแต่ร้อยละ 50-90 เป็นระยะเวลา 2 เดือน.....	56
ภาพที่ 29	การรันอัลกอริทึม YOLOv8.....	57
ภาพที่ 30	เมื่อพนักงานเข้าใกล้รถยนต์น้อยกว่า 1 เมตร (อุบัติเหตุ)	57
ภาพที่ 31	ก่อนการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์พนักงานขับรถจะเอี้ยวตัวเพื่อเฝ้าระวังการ เกิดอุบัติเหตุในตำแหน่งด้านหลังของรถยนต์ตลอดเวลา.....	63
ภาพที่ 32	หลังการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์พนักงานขับรถจะมองจอมอนิเตอร์เพื่อช่วยลด การเอี้ยวตัวในการขับรถ	63

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากรายงานของสำนักสถิติแรงงานของประเทศอเมริกา (Bureau of Labor Statistics: BLS) ได้ให้ความสำคัญในเรื่องความปลอดภัยในการใช้รถยกที่มีการรายงานสถิติการเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับรถยกอย่างต่อเนื่องจากอุบัติเหตุรถยกเพียง 1% ของอุบัติเหตุที่คลังสินค้าหรือโรงงานทั้งหมด แต่มักจะร้ายแรงกว่าเหตุการณ์อื่น ๆ โดยคิดเป็น 10% ของการบาดเจ็บทางร่างกายทั้งหมด และรายงานในปี พ.ศ. 2554 ที่มีผู้บาดเจ็บแต่ไม่ร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิต จำนวน 7,920 ราย และร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิต จำนวน 87 ราย ในปี พ.ศ. 2560 มีรายงานการบาดเจ็บจากรถยกมากกว่า 9,000 ราย และการเสียชีวิตที่เกี่ยวกับรถยก จำนวน 74 ราย ระหว่างปี พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2560 ประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้บาดเจ็บโดยเฉลี่ยจำนวน 8,674 ราย และเสียชีวิต จำนวน 87 ราย ปีที่มีผู้เสียชีวิตมากที่สุดเป็นประวัติศาสตร์สำหรับการบาดเจ็บจากรถยก คือ ปี พ.ศ. 2558 ซึ่งมีผู้เสียชีวิตจากขั้วรถยก จำนวน 94 ราย (Grover, 2022)

สำนักงานกองทุนเงินทดแทนของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีสถิติการเจ็บป่วยหรือประสบอันตรายจากการทำงานของลูกค้า ในทุกประเภทกิจการมีการประสบอันตรายทั้งหมด จำนวน 76,478 ราย เป็นการประสบอันตรายจากกิจการขนส่ง จำนวน 2,890 ราย โดยเฉพาะกิจการคลังสินค้า ประสบอันตรายจำนวน 61 ราย หรือร้อยละ 2.11 ของประเภทกิจการขนส่งและสถานที่เก็บสินค้า และร้อยละ 3.78 ของการประสบอันตรายทั้งหมดในทุกประเภทกิจการ โดยการเกิดอุบัติเหตุในกิจการคลังสินค้าส่งผลให้เสียชีวิตจากการปฏิบัติงานจำนวน 1 ราย สูญเสียอวัยวะบางส่วน จำนวน 1 ราย บาดเจ็บและหยุดงานเกิน 3 วัน จำนวน 67 ราย และบาดเจ็บแต่หยุดงานไม่เกิน 3 วัน จำนวน 119 ราย (สำนักงานประกันสังคม, 2565)

ปัจจุบันประเทศไทยมีการลงทุนจากประเทศต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องรวมถึงโรงงานผลิตรถยนต์ ภาพรวมการผลิตรถยนต์ทั่วโลกในปี พ.ศ. 2564 ที่ผ่านมามีปริมาณการผลิตรถยนต์โลกอยู่ที่ 80.1 ล้านคัน โดยไทยมีการผลิตจำนวนการผลิต 1.69 ล้านคัน มากเป็นอันดับที่ 10 ของโลก อันดับที่ 5 ของเอเชีย และอันดับที่ 1 ของอาเซียน ซึ่งคิดเป็น 2.1% ของการผลิตรถยนต์โลก โดย S&P Global Mobility ประเมินว่า การผลิตรถยนต์โลกจะค่อย ๆ หายอัยพื้นที่ 81.8 ล้านคัน ในปี พ.ศ. 2565 และเพิ่มขึ้นเป็น 85.0 ล้านคัน ในปี พ.ศ. 2566 (ศูนย์วิจัยธนาคารออมสิน, 2564) และประเทศไทยยังคงเป็นศูนย์กลางผลิตรถยนต์ในภูมิภาคอาเซียนและแนวโน้มอุตสาหกรรมรถยนต์ไทยในช่วง 9 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2565-2574) ยังมีแนวโน้มที่เติบโตได้ดี โดยเป็นผลจากนโยบาย

ส่งเสริมการลงทุนของรัฐบาล ด้วยปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่เหนือกว่าและการสนับสนุนจากรัฐบาล (ธนาคารกรุงเทพ, 2566) ประเทศไทยจึงเป็นผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่ที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และถูกเรียกว่าดีทรอยต์แห่งเอเชีย โดยในปี พ.ศ. 2564 มูลค่าส่งออกของการผลิตรถยนต์คิดเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 10 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product : GDP) ของประเทศไทย โดยอุตสาหกรรมยานยนต์ของไทยเน้นการส่งออก ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา มีการส่งออกรถยนต์มากกว่า 1 ล้านคัน ไปยังประเทศในกลุ่มอาเซียน ออสเตรเลีย ตะวันออกกลางและยุโรปทุกปี ในขณะที่ภาชีนำเข้ารถยนต์มีแนวโน้มว่าจะลดลง เนื่องจากไทยได้ลงนามในข้อตกลงการค้าเสรีมากขึ้น โดยอุตสาหกรรมยานยนต์เป็นอีกเป้าหมายสำคัญเพื่อผลักดันไทยไปสู่การเป็นฐานการผลิตและการลงทุนยานยนต์ที่สำคัญของโลก หรือศูนย์กลางของภูมิภาค โดยเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้าและชิ้นส่วน โดยต้องการเสริมสร้างขีดความสามารถทางการแข่งขันในด้านต่าง ๆ ให้กับประเทศไทย (ธนพิชฌน์ แก้วกา, 2565) นอกจากนี้ แนวโน้มการผลิตรถยนต์ได้ปรับเปลี่ยนจากรถยนต์สันดาบที่ใช้น้ำมันเป็นรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV) เพิ่มสูงขึ้น (นภาพร พาณิชชาติ, 2565) ในช่วง 5 เดือนแรกของปี พ.ศ. 2566 (ม.ค. – พ.ค.) มีโครงการจากจีนยื่นขอรับการส่งเสริมการลงทุนจำนวน 93 โครงการ คิดเป็นมูลค่าเงินลงทุนกว่า 31,000 ล้านบาท ส่วนใหญ่อยู่ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์และชิ้นส่วน และเคมีภัณฑ์ ประเทศไทยจึงเป็นฐานการผลิตรถยนต์ไฟฟ้าจากประเทศจีนที่ใหญ่ที่สุดในภูมิภาคอาเซียนที่มาตั้งฐานการผลิต และการส่งออกรถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย และใหญ่สุดเป็นอันดับ 3 ของโลก (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (บีโอไอ), 2566)

บริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด จังหวัดระยอง ดำเนินธุรกิจรับผลิตรถยนต์เพื่อส่งออกภายในประเทศและต่างประเทศ โดยมีบริษัทในเครือที่ทำหน้าที่รับและบริหารจัดการระบบคลังสินค้าตั้งแต่กระบวนการรับสินค้า จัดเก็บสินค้า แพ็คสินค้า และเป็นศูนย์กระจายสินค้า (Hub) ขนส่งสินค้าประเภทชิ้นส่วนรถยนต์และอะไหล่รถยนต์ สำหรับกระบวนการทำงานและโลจิสติกส์ของคลังสินค้าจะต้องมีการใช้รถยก หรือรถยกที่เป็นเครื่องจักรที่จำเป็นมากในการใช้งานเพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้า อะไหล่ ไปยังพื้นที่เป้าหมายที่กำหนดไว้ เช่น การใช้การขนถ่ายสินค้า (Unload) จากตู้คอนเทนเนอร์ไปยังพื้นที่จัดเก็บที่เป็นพื้นที่จัดวางพาเลทก่อนที่จะต้องใช้รถยกไฟฟ้าชนิดยื่นขับ (Reach truck) เพื่อยกสินค้าที่เป็นพาเลทจัดเก็บสินค้าในแนวสูง (High bay racking) ในลำดับถัดไป (บริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง, 2566)

จากสถิติรายงานการเกิดอุบัติเหตุของพนักงานขับรถยกบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง จำแนกตามปีที่เกิดอุบัติเหตุ ในปี พ.ศ. 2560 ถึง 2565 (คลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง, 2566) มีจำนวนทรัพย์สินเสียหาย จำนวน 1,093 ครั้ง มีพนักงานได้รับบาดเจ็บถึงขั้นหยุดงาน 9 ครั้ง ไม่ถึงขั้นหยุดงาน จำนวน 99 ครั้ง บริษัทต้องจ่ายเงินสมทบเข้ากองทุน

เงินทดแทน จำนวน 54,000 บาท และบริษัทมีค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เป็นจำนวน 20,555,000 บาท สำหรับเหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุทางบริษัทผลิตรถยนต์ไม่ได้มีการบันทึกไว้ และจากรายงานการสอบสวนวิเคราะห์/อุบัติเหตุการณ์ (Accident/ Investigation report) ของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ (จปว.) ของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง สาเหตุของอุบัติเหตุเกิดจากการมองไม่เห็นของรถยกกับพนักงานที่ทำงานอยู่บริเวณนั้น เช่น พนักงานตรวจรับชิ้นส่วน (Receiving staff) และพนักงานตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วน (QC staff) ระหว่างรถยกกับสินค้าบนพาเลทและทำให้สินค้าได้รับความเสียหาย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีสาเหตุร่วมหรือเหตุจูงใจที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุด้วยเช่นกัน เช่น สภาวะร่างกายของบุคคล ความเมื่อยล้า สายตาไม่ดี สภาพร่างกายไม่เหมาะสมกับงาน ขาดความตั้งใจในการทำงาน ตกใจง่าย ขาดความรู้ ไม่ตระหนักในเรื่องความปลอดภัย ขาดการผ่านการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้รถยกแต่ละประเภท ความปลอดภัยในการขับรถยก การตรวจสอบและบำรุงรักษารถยก รวมถึงการไม่ปฏิบัติตาม กฎระเบียบถึงแม้ว่าทางบริษัทจะมีกฎระเบียบที่เข้มงวดแล้วก็ตาม ไม่ได้วางแผนงานความปลอดภัยเนื่องจากงานด่วนของแผนกผลิตภัณฑ์ใหม่ (New model) เป็นต้น (คลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง, 2566) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ เบญจมาศ อ้นหนองปลง และคณะ (2561) สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุของรถยกมาจากการขับรถยกเดินหน้าและไม่มองหลังก่อนถอยรถแล้วไม่สามารถมองเห็นคนและสิ่งของ และสุทธิดา ทาทราย และคณะ (2563) สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุของรถยกเกิดจากการปฏิบัติงานของพนักงานที่ปฏิบัติงานที่ลัดขั้นตอน การไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบความปลอดภัยของบริษัท และขาดความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติงาน เป็นต้น จากการสอบถามเบื้องต้นทางบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยองมีการเกิดอุบัติเหตุการณ์ (Near miss) จำนวน 5,632 ครั้ง (คลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง, 2566)

ที่ผ่านมาปริมาณการนำเข้าชิ้นส่วนจากผู้ผลิตชิ้นส่วนในต่างประเทศมีปริมาณเป็นจำนวนมาก และมีตู้สินค้าคอนเทนเนอร์ในแต่ละวันโดยเฉลี่ยประมาณ 2,000 ตู้ (บริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง, 2566) ทำให้มีพื้นที่จัดเก็บสินค้ามากขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อพื้นที่การทำงานของพนักงาน พื้นที่ทางเดินรวมไปถึงพื้นที่ช่องทางเดินรถยก ดังนั้น การปรับผังคลังสินค้า พื้นที่การจัดเก็บสินค้าใหม่ และพื้นที่ทางเดิน (Walkway) จึงเป็นสิ่งสำคัญด้านความปลอดภัย รวมถึงการบริหารจัดการต่าง ๆ ภายในคลังสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพ มีความปลอดภัยทั้งคนและสินค้าที่ทำการจัดเก็บให้เพิ่มสูงขึ้นกว่าปัจจุบัน

การประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพดิจิทัลนำมาใช้เพิ่มมากขึ้นเพื่อใช้ในการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานของพนักงาน เทคนิคกระบวนการประมวลผลภาพและขั้นตอนวิธีประมวลผลที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลภาพการประมวลผลภาพจำเป็นต้องอาศัยการนำเข้าข้อมูลจากกล้องถ่ายภาพดิจิทัลหรืออุปกรณ์ที่เป็นตัวรับสัญญาณภาพ จากนั้นจึงส่งไป

ประมวลผลตามโปรแกรมที่ได้ทำการออกแบบไว้ เช่นงานวิจัยของ Nozaki et al. (2018) ศึกษาการใช้ “AI Management System to Prevent Accidents in Construction Zones Using 4K Cameras Based on 5G Network” การป้องกันการอุบัติเหตุของรถบรรทุก เครน และการขั้วขึ้นของคานงานในโครงการก่อสร้าง ในการใช้กล้องเพื่อเข้าไปดูพฤติกรรมและการเคลื่อนไหวของคานงานในฐานข้อมูล และหลีกเลี่ยงการแจ้งเตือนกับคานงานเหล่านั้น การประมวลผลภาพด้วยกล้องจะบันทึกต่อเนื่องผ่านอินเทอร์เน็ตต่อฟิตติ้ง (Internet of Thing: IoT) ไปยังฐานข้อมูล ผลที่ได้สามารถลดอุบัติเหตุในโครงการก่อสร้างลงได้ (Zhang et al., 2022) นอกจากนี้การนำกล้องประมวลผลภาพดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ใช้ในงานคลังสินค้าในการตรวจสอบการทำงานของปฏิบัติงานและเครื่องจักรเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ เช่น งานวิจัยของ Capua, Ciaramella, and Prisco (2023) ใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) ในการบูรณาการโลจิสติกส์แพลตฟอร์ม 4.0 ของกระบวนการโลจิสติกส์แบบอัตโนมัติ ของงานคลังสินค้าใช้การอินเตอร์เฟซ (Interface) กับอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ เช่น กล้อง โดรน แวนอัจฉริยะ เซ็นเซอร์ เพื่อแก้ไขปัญหาความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เช่น การใช้หมอนиторเพื่อเฝ้าระวังการสัญจรของรถโฟล์คลิฟท์ในเส้นทางที่กำหนดไว้ (Forklift operate only aisles) และป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในงานทั่วไปบริเวณพื้นที่คลังสินค้า เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยการนำระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์มาใช้เพื่อเฝ้าระวังและแจ้งเตือนการเกิดอุบัติเหตุการขนถ่ายของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าต่าง ๆ ในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยยังไม่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากนัก

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติเหตุการขนถ่ายของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยองเพื่อใช้ในการควบคุมและลดปัญหาในเรื่องของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นภายในที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งดังกล่าว

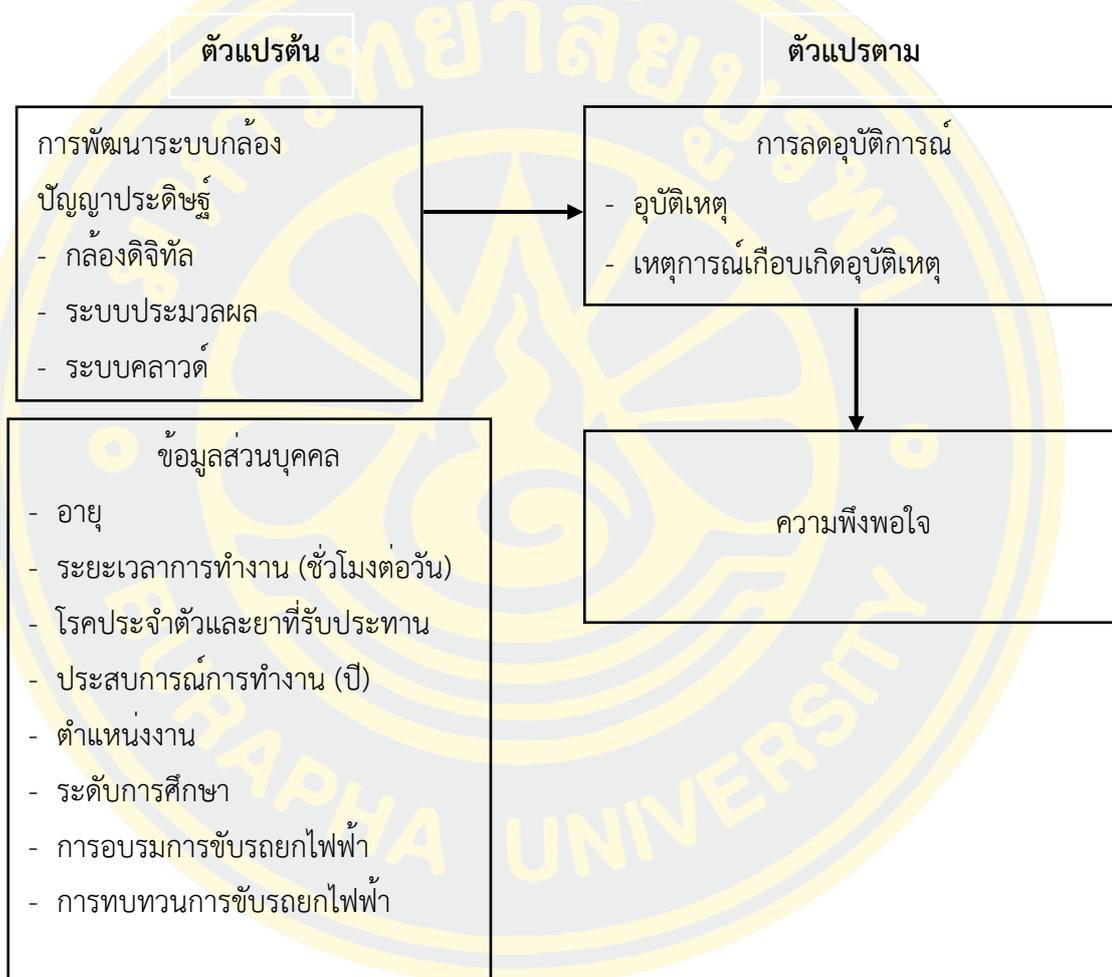
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ในการลดอุบัติเหตุการขนถ่ายของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง
2. เพื่อศึกษาจำนวนอุบัติเหตุการขนถ่ายของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง
3. เพื่อเปรียบเทียบจำนวนอุบัติเหตุการขนถ่ายก่อนและหลังการพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง
4. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของพนักงานขับรถยกหลังจากติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

สมมติฐานของการวิจัย

หลังจากมีการติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง สามารถตรวจจับจำนวนอุบัติเหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้ทราบถึงปัจจัยหลักในการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุการจมน้ำจากพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้า
2. ได้ทราบถึงวิธีการควบคุมโดยใช้หลักการทางวิศวกรรมเชิงป้องกันอุบัติเหตุการจมน้ำที่เกิดจากรถยก
3. สามารถนำร่องประมวลผลภาพดิจิทัลที่พัฒนานี้ไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพอนามัยและความปลอดภัยต่อไป
4. สามารถใช้ปัญญาประดิษฐ์ประยุกต์ในงานอาชีพอนามัยและความปลอดภัยเพื่อให้เกิดประโยชน์ทั้งในด้านสังคมและประเทศชาติในอนาคตต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติเหตุการจมน้ำของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง ครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) โดยมีขอบเขตในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบไปด้วย ขอบเขตด้านเนื้อหา ขอบเขตด้านพื้นที่ และขอบเขตด้านเวลา โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์และเปรียบเทียบการลดอุบัติเหตุการจมน้ำ โดยใช้ระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์และความแม่นยำในการตรวจจับจำนวนอุบัติเหตุการจมน้ำของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้า และประเมินระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานของระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติเหตุการจมน้ำของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่เป็นพนักงานที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง ที่ทำหน้าที่ขับรถยกที่คลังสินค้า ทำงานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 3 เดือน จำนวน 3 คน

ขอบเขตด้านพื้นที่

คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย ตั้งแต่เริ่มพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ จนเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยเสร็จสิ้น เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2567

นิยามศัพท์เฉพาะ

กล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ หมายถึง กล้องที่มีการถ่ายและกระบวนการจัดการวิเคราะห์รูปภาพให้เป็นข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล โดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เราต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ (ขนาด รูปร่าง) หลังจากนั้นเราสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบในการแจ้งเตือน ประมวลผล คาดการณ์การเคลื่อนที่ของพนักงานตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารและรถยนต์ ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ หมายถึง กล้องที่ใช้ในการเฝ้าระวังระยะห่างของคนที่ปฏิบัติงานในพื้นที่บริเวณจุดขนถ่ายสินค้ากับรถยนต์

ข้อมูลส่วนบุคคล หมายถึง ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบไปด้วย อายุ ระยะเวลาการทำงาน (ชั่วโมงต่อวัน) โรคประจำตัวและยาที่รับประทาน ประสบการณ์การทำงาน (ปี) ตำแหน่งงาน ระดับการศึกษา การอบรมการขับรถไฟฟ้า และการทบทวนการขับรถไฟฟ้า ของพนักงานที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง โดยที่

อายุ หมายถึง อายุของกลุ่มตัวอย่างนับตั้งแต่เกิดจนถึงปีที่ตอบแบบสอบถามซึ่งมีหน่วยเป็นปี

ระยะเวลาการทำงาน (ชั่วโมงต่อวัน) หมายถึง ระยะเวลาการทำงานของพนักงานโดยมีหน่วยเป็นชั่วโมงต่อวัน

รถยนต์ หมายถึง รถที่ติดตั้งอุปกรณ์ใช้สำหรับการยกหรือเคลื่อนย้ายสิ่งของ เช่น โฟล์คลิฟท์ หรือรถที่ทำงานในลักษณะเดียวกัน ในงานวิจัยในครั้งนี้หมายถึงรถยนต์ไฟฟ้าแบบยีนขับ (Stacker)

โรคประจำตัวและยาที่รับประทาน หมายถึง โรคที่ติดตัวพนักงาน ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ ซึ่งในทางการแพทย์หมายถึง โรคเรื้อรังที่พนักงานจะต้องได้รับการรักษาและอยู่ในความดูแลและควบคุมของแพทย์อย่างต่อเนื่อง และยาที่รับประทาน หมายถึง ยาที่พนักงานรับประทานเพื่อบรรเทาอาการหรือรับประทานเป็นประจำตามคำสั่งของแพทย์

ประสบการณ์การทำงาน หมายถึง ระยะเวลาในการปฏิบัติหน้าที่ โดยเริ่มนับจากวันแรกที่เข้าทำงานของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

ตำแหน่งงาน หมายถึง ระดับในการทำงานของพนักงานที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

ระดับการศึกษา หมายถึง วุฒิการศึกษาสูงสุดที่ได้รับตามระบบการศึกษาปัจจุบันของกลุ่มตัวอย่าง

การอบรมการขับรถยกไฟฟ้า หมายถึง พนักงานขับรถยกที่ผ่านการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้รถยกแต่ละประเภท ความปลอดภัยในการขับรถยก การตรวจสอบ และบำรุงรักษารถยก โดยวิทยากรซึ่งมีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ การทำงานเกี่ยวกับรถยก ตามหลักสูตรที่

อธิบดีประกาศกำหนดไว้ในกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน ในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับ เครื่องจักร ปั่นจั่น และหม้อน้ำ พ.ศ. 2564

การทบทวนการช้ขยกไฟฟ้า หมายถึง พนักงานขับรถยก มีการอบรมทบทวนการช้ขรถยก เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงานภายในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา

ความพึงพอใจ หมายถึง ผลการประเมินความพึงพอใจในการออกแบบและพัฒนาระบบ กล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์โดยการใช้แบบสอบถาม วัดจากตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน หน้าที่ ของระบบที่ถูกต้อง และด้านการใช้งานของระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ โดยการประเมินความ พึงพอใจ จะใช้แบบประเมินแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale) 3 ระดับ ตามวิธีมาตรวัดของ ลิเคิร์ท (Likert scale)

อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะส่งผลที่จะทำให้เกิด อุบัติเหตุ หรือเหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุ

อุบัติเหตุ หมายถึง การเกิดอุบัติเหตุสำหรับพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าในบริษัทผลิต รถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยองเป็นอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น เช่น พนักงานขับรถยกเฉี่ยวชนพนักงาน ได้รับบาดเจ็บ หรือพนักงานช้ขรถยกเฉี่ยวชนทรัพย์สินเสียหาย หรือพนักงานได้รับบาดเจ็บและทรัพย์สิน เสียหาย

เหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุ หมายถึง การเกือบจะชนกับพนักงานจากรถยกเท่านั้น ไม่ รวมเหตุการณ์อื่น ๆ เป็นต้น

รถยก หมายถึง รถที่ติดตั้งอุปกรณ์ใช้สำหรับการยกหรือเคลื่อนย้ายสิ่งของ เช่น โพล์คลิฟท์ หรือรถที่ทำงานในลักษณะเดียวกัน ในงานวิจัยในครั้งนี้หมายถึง รถยกไฟฟ้าแบบยีนขับ (Stacker)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

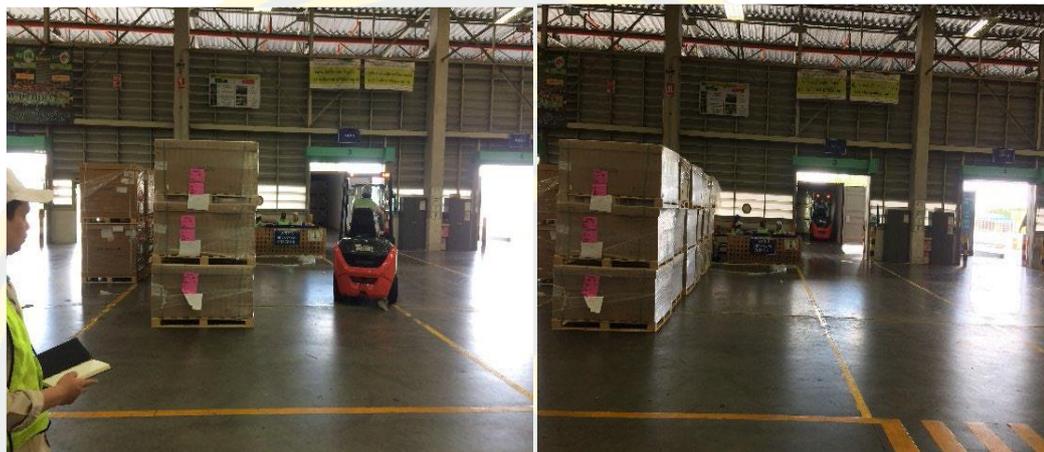
การศึกษานี้เป็นการพัฒนาระบบกล่องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติเหตุการของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่ง ของจังหวัดระยอง ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมและรวบรวมจากหนังสือ วิทยานิพนธ์ วารสารงานวิจัย และฐานข้อมูลออนไลน์ที่เกี่ยวข้องโดยมีหัวข้อ ดังนี้

1. ลักษณะการทำงานของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้า
2. ข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุและเหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุของรถยกที่คลังสินค้า
3. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับอุบัติเหตุการและวิธีป้องกันและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 3.1 ความหมาย
 - 3.2 สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุและความสูญเสีย
 - 3.3 วิธีการป้องกันอุบัติเหตุและเหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุ
 - 3.4 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับรถยก
4. การพัฒนาระบบกล่องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์
 - 4.1 ปัญญาประดิษฐ์
 - 4.2 การเรียนรู้เชิงลึกด้วยโปรแกรมไพทอน
 - 4.3 คลาวด์คอมพิวติ้ง
 - 4.4 เทคโนโลยี 5G
5. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ลักษณะการทำงานของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้า

การทำงานของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้ารับแจ้งขอเปิดตู้คอนเทนเนอร์จากเจ้าหน้าที่ฝ่ายคลังสินค้าแนบเอกสารการตรวจปล่อยใบขนสินค้าขาเข้า (Import declaration) พร้อมแนบเอกสารศุลกากรที่ได้รับอนุมัติแล้ว จากนั้นพนักงานตัดซีลล็อกและจะทำการเปิดตู้คอนเทนเนอร์ พนักงานขับรถยกขนถ่ายสินค้าออกจากตู้คอนเทนเนอร์และขนถ่ายวางไว้บริเวณพื้นที่รอการตรวจสอบในแต่ละจุดขนถ่ายสินค้า (Dock loading) ซึ่งมีจำนวน 4 จุดขนถ่ายสินค้าโดยใช้รถยกสำหรับการขนถ่ายโดยมีรถยกจำนวน 42 คัน และรถยกไฟฟ้าแบบยืนขับ (Stacker) จำนวน 23 คัน เมื่อขนถ่ายสินค้าจากตู้คอนเทนเนอร์เสร็จแล้วจะมีพนักงานแผนกรับสินค้าทำการตรวจสอบใบตราส่งสินค้าทางทะเล (Bill of lading) กับ เครื่องหมายและเลขหมายหีบห่อ (Shipping mark) ที่ข้างพาเลทว่าตรงตามบัญชี

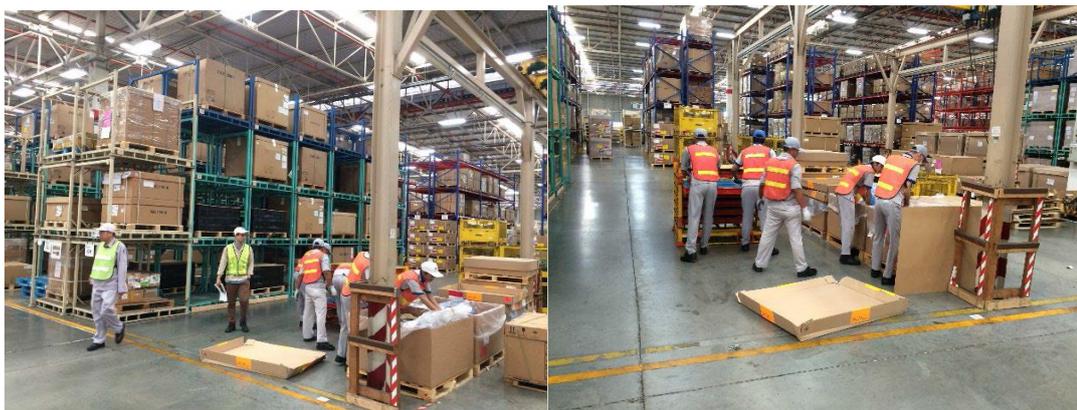
รายละเอียดบรรจุหีบห่อ (Packing list) หรือไม่ เช่น ชื่อชิ้นส่วน (Part no.) และจำนวน (Quantity) จากนั้นพนักงานควบคุมคุณภาพจะทำการสุ่มตรวจสอบคุณภาพสินค้าตามระดับคุณภาพที่ยอมรับ Acceptable Quality Level (AQL) เมื่อตรวจสอบคุณภาพเสร็จแล้วจะทำการแจ้งพนักงาน ขับรถยกเพื่อทำการยกพาเลทไปจัดเก็บสินค้าตามตำแหน่งที่อยู่แนวสูงต่อไป



ภาพที่ 2 รถยก Unloading part จากตู้คอนเทนเนอร์
ที่มา: คลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง (2566)



ภาพที่ 3 พนักงานแผนกตรวจรับชิ้นส่วนตรวจสอบความถูกต้องของป้ายชื่อสินค้าและจำนวนข้างพาเลท
ที่มา: คลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง (2566)



ภาพที่ 4 พนักงานแผนกควบคุมคุณภาพตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วน
ที่มา: คลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง (2566)



ภาพที่ 5 พนักงานขับรถยกนำสินค้าไปจัดเก็บตามตำแหน่งที่อยู่บนชั้นวางสินค้าในแนวสูง
ที่มา: คลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง (2566)

ข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุและเหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุของรถยกที่คลังสินค้า

บริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับผลิตรถยนต์ ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด (ระยอง) สำหรับตลาดในประเทศ และต่างประเทศทั่วโลก โดยได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (The Board of Investment of Thailand: BOI) มีระบบการบริหารจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สถิติการเกิดอุบัติเหตุจากการขับรถยกที่คลังสินค้าแห่งหนึ่งนี้ ในปี พ.ศ. 2560-2565 มีจำนวน 177, 207, 197, 168, 211 และ 133 ราย ตามลำดับ รวม 1,093 ราย เป็นอุบัติเหตุที่ไม่มีบาดเจ็บแต่

ทรัพย์สินเสียหาย จำนวน 985 ราย บาดเจ็บแล้วหยุดงาน จำนวน 9 ราย และบาดเจ็บแล้วไม่หยุดงาน จำนวน 99 ราย จากการสังเกตจนเห็นได้ว่าอุบัติเหตุจากการขับรถยกมีแนวโน้มสูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2560 ไปจนถึงปี พ.ศ. 2564 มากกว่า 1.19 เท่า ($177 : 211 = 1.19$ เท่า) และลดลงในปี พ.ศ. 2565 เนื่องจากจำนวนของรถยนต์ในสต็อกยังมีในปริมาณที่เพียงพอเนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดโควิด 2019 ที่รถยนต์ไม่สามารถจัดส่งได้ทำให้การผลิตมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุลดลงจากปริมาณการผลิตที่ลดลง นอกจากนี้ ยังสร้างความสูญเสียเป็นจำนวนเงินรวม 5 ปี คิดเป็นมูลค่าความเสียหายจำนวน 20,609,000 บาท ซึ่งเป็นความสูญเสียที่เกี่ยวข้องกับกองทุนเงินทดแทนเป็นจำนวนเงิน 54,000 บาท และค่าใช้จ่ายซ่อมแซม เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่ได้รับความเสียหายรวมไปถึงความเสียหายต่อสินค้าต่าง ๆ เป็นจำนวนเงิน 20,555,000 บาท (คลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง, 2566) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากรถยกของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งจำแนกตามปีที่เกิดอุบัติเหตุ ในปี พ.ศ. 2560-2565

ปีที่เกิดอุบัติเหตุ (พ.ศ.)	ความรุนแรง (ราย)				ความสูญเสียที่เป็นตัวเงิน (บาท)		รวม (บาท)
	ไม่มีการบาดเจ็บทรัพย์สินเสียหาย	การบาดเจ็บ		รวม (ครั้ง)	กองทุนเงินทดแทน	ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (ทรัพย์สินเสียหาย+Air Freight+อื่น ๆ)	
	บาดเจ็บ	หยุดงาน	ไม่หยุดงาน				
2560	150	2	25	177	12,000	3,500,000	3,512,000
2561	185	2	20	207	12,000	2,725,000	2,737,000
2562	180	2	15	197	12,000	4,500,000	4,512,000
2563	150	1	17	168	6,000	2,530,000	2,536,000
2564	200	1	10	211	6,000	5,500,000	5,506,000
2565	120	1	12	133	6,000	1,800,000	1,806,000
รวม	985	9	99	1,093	54,000	20,555,000	20,609,000

ที่มา: สรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากรถยกของคลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยองแห่งหนึ่ง จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุ หน่วยงานอาชีวอนามัยความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง (2560-2565)

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับอุบัติเหตุการณและวิธีป้องกันและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมาย

การประสบอันตรายจากการทำงานนับได้ว่าเป็นปัญหาที่มีความสำคัญอย่างมากในระดับชาติ เนื่องจากเป็นปัญหาที่จะนำมาซึ่งการบาดเจ็บ การเจ็บป่วย การสูญเสียอวัยวะ และการเกิดทุพพลภาพ ไปจนถึงการสูญเสียชีวิตของผู้ปฏิบัติงานในโรงงาน จนส่งผลทำให้เกิดการบาดเจ็บจากการทำงาน นิคม จันทรวิฑูร (2505) ได้ให้ความหมายไว้ว่าการประสบอันตรายในการทำงานไว้ คือ อันตรายที่ได้รับจากเหตุร้ายต่าง ๆ ซึ่งมักบังเกิดขึ้นในการทำงานโดยไม่อาจคาดหมายล่วงหน้าได้ หรือแม้จะคาดหมายไว้ว่าอาจเกิดขึ้น แต่ก็ไม่สามารถทราบได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด Rollin et al. (1958) ได้ให้ความหมายของคำว่าประสบอันตรายในการทำงาน คือ การมีเหตุการณ์ที่ไม่คาดหมายไว้ก่อน หรือไม่ได้มีการวางแผนเอาไว้ เกิดขึ้นจากการทำงานในด้านอุตสาหกรรมหรือพาณิชยกรรม ซึ่งเป็นผลทำให้ลูกจ้างได้รับบาดเจ็บ ทรัพย์สินเสียหาย หรือเป็นอุปสรรคขัดขวางการทำงาน

ตามคำจำกัดความของคำว่า การประสบอันตรายในการทำงาน ที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ก็พอที่จะสรุปลักษณะสำคัญของการประสบอันตรายในการทำงานได้ดังนี้

1. การประสบอันตรายในการทำงานนี้จะต้องมีเหตุร้ายต่าง ๆ เกิดขึ้นในการทำงานซึ่งเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ไม่ได้มีการคาดหมาย หรือตั้งใจให้เกิดขึ้น หรือแม้ว่าจะคาดหมายไว้ว่าอาจจะเกิดขึ้น แต่ก็ไม่สามารถทราบได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด และ

2. ผลจากการเกิดเหตุร้ายขึ้นนี้ ทำให้ลูกจ้างต้องได้รับบาดเจ็บหรือเป็นอันตรายเนื่องจากโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงาน

ดังนั้นจึงควรทำความเข้าใจความหมายเกี่ยวกับอุบัติเหตุการณ ดังนี้

อุบัติเหตุการณ (Incident) หมายถึง สภาพการณ์หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานที่ก่อให้เกิดหรืออาจส่งผลให้เกิดหรืออาจส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บ การเจ็บป่วย ความเสียหายต่อสุขภาพ หรือเกิดการเสียชีวิตหรือหมายถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่คิดที่ไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือความเสียหายในเวลานั้นแต่มีศักยภาพที่จะก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือความเสียหายในเวลาต่อมาได้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2563) ซึ่งอุบัติเหตุการณจะหมายรวมถึงเหตุการณ์ที่เป็นทั้งอุบัติเหตุ (Accident) และเหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุ (Near miss) (วิฑูรย์ สิมะโชคดี และวีรพงษ์ ฉลิมจิระรัตน์, 2563) ในส่วนของวิจิตรา กิ่งคำ (2559) ได้ให้ความหมายของเหตุการณ์คือเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บ การสูญเสีย การเจ็บป่วย และยังรวมถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วแต่ไม่มีการสูญเสีย

แต่หากเกิดขึ้นซ้ำบ่อย ๆ อาจนำไปสู่ความสูญเสีย การบาดเจ็บ หรือเจ็บป่วยได้

อุบัติเหตุ (Accident) หมายถึง เหตุที่เกิดขึ้นโดยไม่คิด เป็นบังเอิญ (ราชกิจจานุเบกษา, 2554) สภาพความปลอดภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา หมายถึง เหตุการณ์ที่ไม่ได้มีการวางแผน เหตุการณ์ที่

ไม่เพียงประสงค์ ซึ่งเกิดขึ้นและไม่จำเป็นต้องมีการบาดเจ็บ หรือทรัพย์สินเสียหายเท่านั้น แต่ยังรวมถึงเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อความสำเร็จของงาน สำหรับสถาบันมาตรฐานแห่งประเทศอังกฤษ กล่าวไว้ว่า หมายถึง เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่นำไปสู่การเสียชีวิต การเจ็บป่วย การบาดเจ็บ ทรัพย์สินเสียหายหรือความสูญเสียอื่น ๆ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2564) นอกจากนี้ อุบัติเหตุ ยังหมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยมิได้วางแผนล่วงหน้า ซึ่งก่อให้เกิด การบาดเจ็บ พิการ หรือตายและทำให้ทรัพย์สินได้รับความเสียหาย (วิฑูรย์ สิมะโชคดี และวีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์, 2563)

อุบัติเหตุจากการทำงาน (Accident) หมายถึง เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ ไม่มีผู้ใดตั้งใจ ให้เกิด เมื่อเกิดขึ้นแล้วมีผลทำให้เกิดการบาดเจ็บ หรือเสียชีวิต หรือทรัพย์สินเสียหาย (กรมสวัสดิการ และคุ้มครองแรงงาน, 2566) หรือเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ ไม่ได้คาดคิด และไม่ได้มี มาตรการ หรือแผนการควบคุมไว้ก่อน ในสถานที่ทำงาน แล้วมีผลทำให้ ปฏิบัติงานเกิดการบาดเจ็บ พิการ หรือถึงขั้นเสียชีวิต และอาจทำให้ทรัพย์สินเสียหาย (วิจิตรา กิ่งคำ, 2559)

เหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุ (Near miss) หมายถึง เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ซึ่งเกิดขึ้นโดย ที่ไม่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า ไม่เจตนาที่ทำให้เกิดเหมือนกับการเกิดอุบัติเหตุ แต่ผลของเหตุการณ์ ดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อคน ทรัพย์สิน และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการเกิด เหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุดังกล่าว (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2564) โดยความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดอุบัติเหตุ และเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุแสดงได้ดังแสดงในภาพที่ 6

2. สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุและความสูญเสีย

ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ (2565) ได้อธิบายสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุนั้นมีหลากหลายทฤษฎี แต่ที่จะอธิบายต่อไปนี้เป็นการศึกษาตำแหน่งพฤติกรรมเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุโดยใช้ทฤษฎี การศึกษาของ Heinrich ไว้ดังนี้

Heinrich เป็นบุคคลหนึ่งที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในโรงงาน อุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งจากการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2463 สาเหตุที่สำคัญของอุบัติเหตุมี 3 ประการ ได้แก่

1. การกระทำที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe act) หมายถึง การกระทำหรือการปฏิบัติงานของ คนมี ผลทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยกับตนเองและผู้อื่น มีประมาณร้อยละ 88-90 เช่น การทำงานขาด ความรอบคอบ ขาดความระมัดระวัง ขับขี่รถด้วยความเร็วทำให้พนักงานเกิดอันตราย หรือ การหยอกล้อหรือล้อเล่นในระหว่างการทำงานการขับรถยก เป็นต้น
2. เกิดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย หรือสภาพงานที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe condition) หมายถึง สภาพของสถานประกอบกิจการ สภาพเครื่องจักร สภาพกระบวนการผลิต

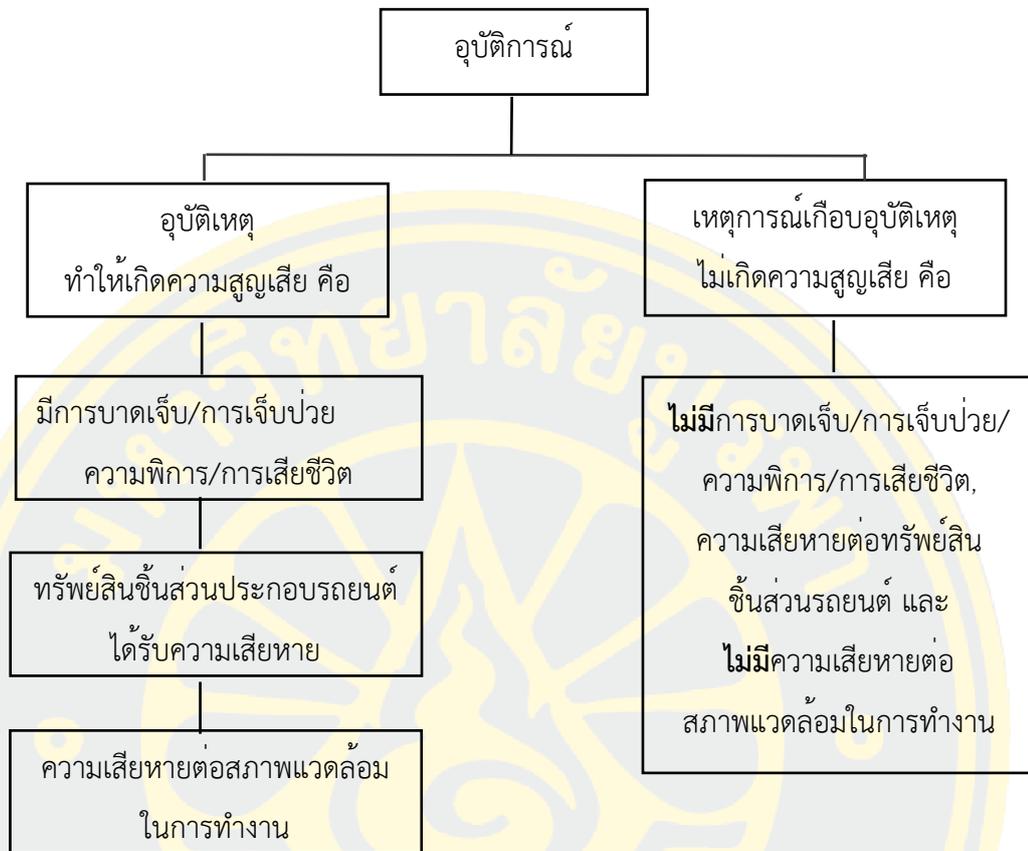
เครื่องจักร เครื่องยนต์ อุปกรณ์ การผลิตที่ไม่มีความปลอดภัยเพียงพอส่งผลทำให้ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องอาจเกิดอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ หรือการตาย เช่น สภาพบริเวณสถานที่ทำงานจัดเก็บสินค้าไม่เป็นระเบียบ การออกแบบโรงงานไม่สมบูรณ์ ระบบความปลอดภัยที่ไม่มีประสิทธิภาพ ไม่มีอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย เช่น ขาดการบำรุงรักษาที่ดี การจัดเก็บสารเคมีไม่ถูกต้อง แสงสว่างน้อยเกินไป เสียงดัง มีประมาณร้อยละ 10 เป็นต้น

3. เกิดจากสาเหตุที่มนุษย์ควบคุมไม่ได้ของการเกิดอุบัติเหตุซึ่งมีสาเหตุมาจากภัยพิบัติธรรมชาติ นอกเหนือจากการควบคุมของมนุษย์ เช่น ไฟไหม้ พายุ น้ำท่วม เกิดอุทกภัย แผ่นดินไหว เป็นต้น

จากภาพที่ 6 อุบัติการณ์ (Incident) คือเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานหรือกิจกรรมอื่น ๆ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อหรือไม่ส่งผลกระทบต่อบุคคล ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม โดยแบ่งได้เป็น 2 กรณีหลัก คือ อุบัติเหตุ และ เหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุ แบ่งออกได้เป็น 2 อย่าง คือ

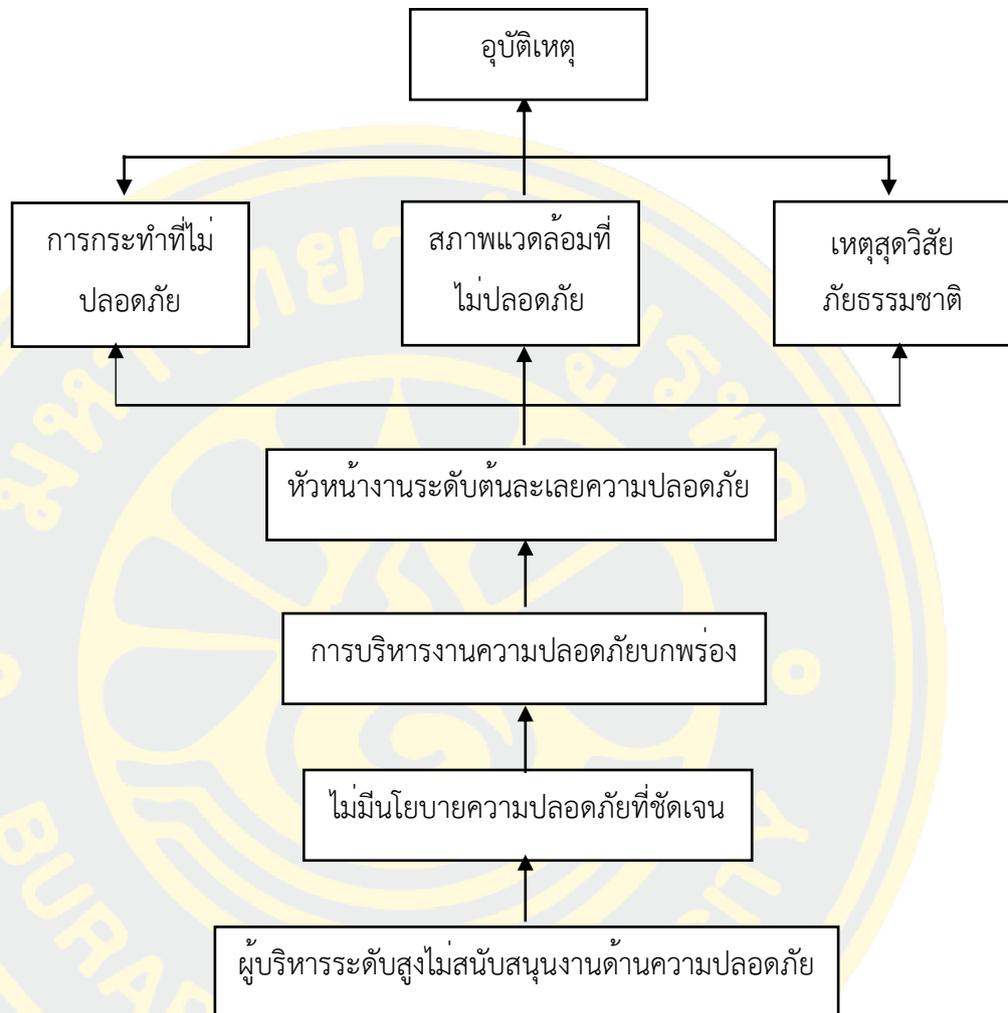
1. อุบัติเหตุ (Accident) อุบัติเหตุหมายถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่ได้คาดคิดและส่งผลกระทบที่ชัดเจนต่อบุคคลหรือสิ่งแวดล้อม โดยมีลักษณะดังนี้ คือเป็นการเกิดความสูญเสียที่ชัดเจน ได้แก่ ด้านบุคคลเป็นการบาดเจ็บ (เช่น การล้ม แผลถลอก การบาดเจ็บสาหัส) การเจ็บป่วยจากการทำงาน (เช่น การสัมผัสสารเคมีอันตราย การสูดดมควันพิษ) ความพิการหรือการเสียชีวิต (เช่น อุบัติเหตุจากเครื่องจักร) ด้านทรัพย์สิน ทรัพย์สินได้รับความเสียหาย (เช่น ชิ้นส่วนประกอบรถยนต์เสียหาย อุปกรณ์แตกหัก) ด้านสิ่งแวดล้อม ความเสียหายต่อสภาพแวดล้อมในการทำงาน (เช่น การรั่วไหลของน้ำมัน, การปนเปื้อนของสารพิษในอากาศ) ยกตัวอย่างของอุบัติเหตุ เช่น เครื่องจักรทำงานผิดพลาดจนส่งผลให้มีผู้บาดเจ็บ สารเคมีหกลงพื้นจนทำให้เกิดการระเหยและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของพนักงาน เป็นต้น

2. เหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุ (Near miss) เหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุหมายถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น แต่ไม่มีผลกระทบต่อหรือความสูญเสียที่ชัดเจนในด้านบุคคล ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม เหตุการณ์นี้อาจจะนำไปสู่อุบัติเหตุได้หากไม่มีมาตรการควบคุมที่เหมาะสม ลักษณะสำคัญ คือ ไม่มี การบาดเจ็บ/เจ็บป่วย/เสียชีวิต ไม่มีความเสียหายต่อทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อม เป็นสถานการณ์ที่เสี่ยงหรืออันตรายแต่สามารถควบคุมได้ทันเวลา ยกตัวอย่างของเหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุ เช่น พนักงานเกือบลื่นล้มเพราะพื้นเปียก แต่สามารถทรงตัวได้ทันเครื่องจักรมีอาการผิดปกติ แต่หยุดการทำงานก่อนที่จะเกิดความเสียหายวัตถุหล่นจากที่สูง แต่ไม่มีคนหรือสิ่งของได้รับความเสียหาย



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดอุบัติเหตุ และเหตุการณ์เกิดอุบัติเหตุ
ที่มา: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2563)

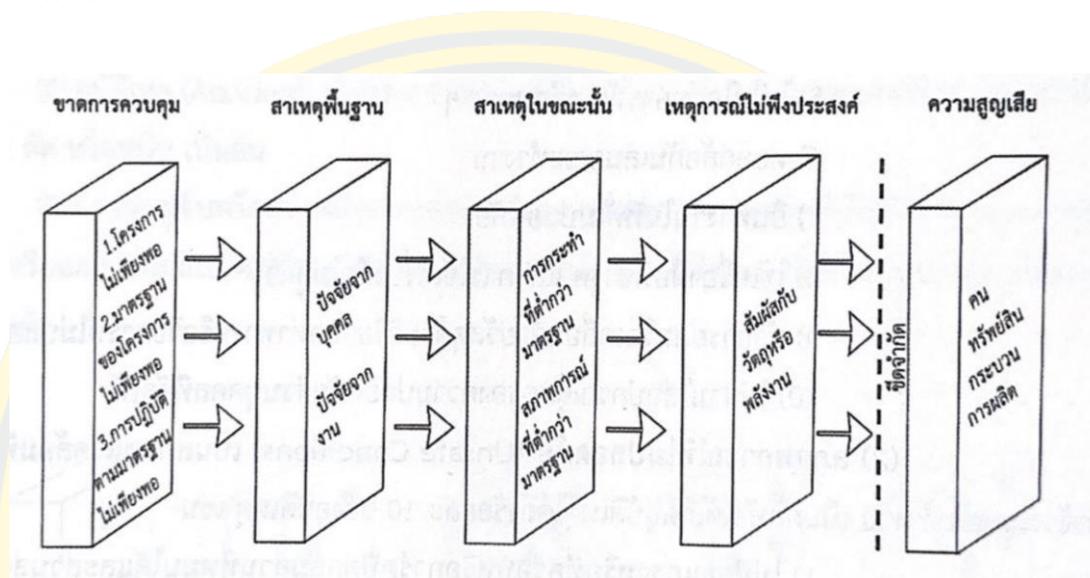
สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในโรงงานตามทฤษฎีของ Heinrich แสดงได้ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ทฤษฎีการเกิดอุบัติเหตุของ Heinrich
ที่มา: วิฑูรย์ สิมะโชคดี และ วีรพงษ์ เกลิมจิระรัตน์ (2563)

นอกจากนี้ยังมีแบบจำลองสาเหตุของอุบัติเหตุและความสูญเสีย (Loss causation model) (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2566) ซึ่ง Bird และ Germain ได้คิดแบบจำลองสาเหตุของอุบัติเหตุและความสูญเสียขึ้นในปี ค.ศ. 1985 โดยนำทฤษฎีโดมิโนของ Heinrich มาอธิบายใหม่ว่าสาเหตุความสูญเสียนั้นมาจากหลายสาเหตุ (Multiples causes) ไม่ได้เกิดมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง และมีการใช้คำแทนการทำงานที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe acts) เป็นการกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (Substandard acts) และการทำงานที่ไม่ปลอดภัย (Unsafe condition) เป็นสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (Substandard condition) และแบบจำลองนี้ได้อธิบายถึงผลหรือ

ความสูญเสีย (Loss) ได้แก่ คน ทรัพย์สิน และกระบวนการผลิต ว่าเป็นผลมาจากเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ (Incident) ซึ่งเกิดมาจากหลายสาเหตุในขณะนั้น (Immediate causes) โดยเฉพาะสาเหตุพื้นฐาน (Basic causes) ที่เกิดขึ้นมาจากการขาดการควบคุมที่ดี (Lack of control) ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แบบจำลองสาเหตุของอุบัติเหตุและความสูญเสีย

ที่มา: กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2566)

1. การขาดการควบคุม (Lack of control) หมายถึง ความบกพร่องในการบริหารจัดการของนายจ้าง การขาดการควบคุมจัดการอย่างเพียงพอ ย่อมนำไปสู่ความสูญเสีย การขาดการควบคุม เช่น โครงการและมาตรฐานด้านความปลอดภัยไม่เพียงพอ นโยบายด้านความปลอดภัยไม่ชัดเจน และการไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบและมาตรฐานของโรงงาน เป็นต้น

2. สาเหตุพื้นฐาน (Basic causes) หมายถึง สาเหตุที่แท้จริงที่อยู่เบื้องหลังที่แสดงออกมาเป็นเหตุผลว่า ทำไมการกระทำหรือสภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานจึงเกิดขึ้น ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

2.1 บังคับจากบุคคล (Personal factors) เช่น การขาดความรู้หรือทักษะในการขับรถ การขับรถโดยไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบและมาตรฐานของโรงงานที่กำหนดไว้ การขาดแรงจูงใจในการปฏิบัติงานปัญหาทางด้านร่างกายและจิตใจ เป็นต้น

2.2 บังคับจากงานหรือสภาพแวดล้อมในการทำงาน (Job factors) เช่น ไม่มีมาตรฐานการทำงานหรือมีแต่ไม่เพียงพอ การออกแบบทางด้านวิศวกรรมไม่ดีหรือไม่มีประสิทธิภาพ เครื่องมืออุปกรณ์ ไม่เพียงพอ เป็นต้น

3. สาเหตุในขณะนั้น (Immediate causes) คือ สภาวะที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันทันทีก่อนที่จะมีการสัมผัส เป็นสภาวะที่มองเห็นหรือรับรู้ได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ

3.1 การกระทำที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (Substandard acts or practice)

3.2 สภาพการณ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (Substandard condition)

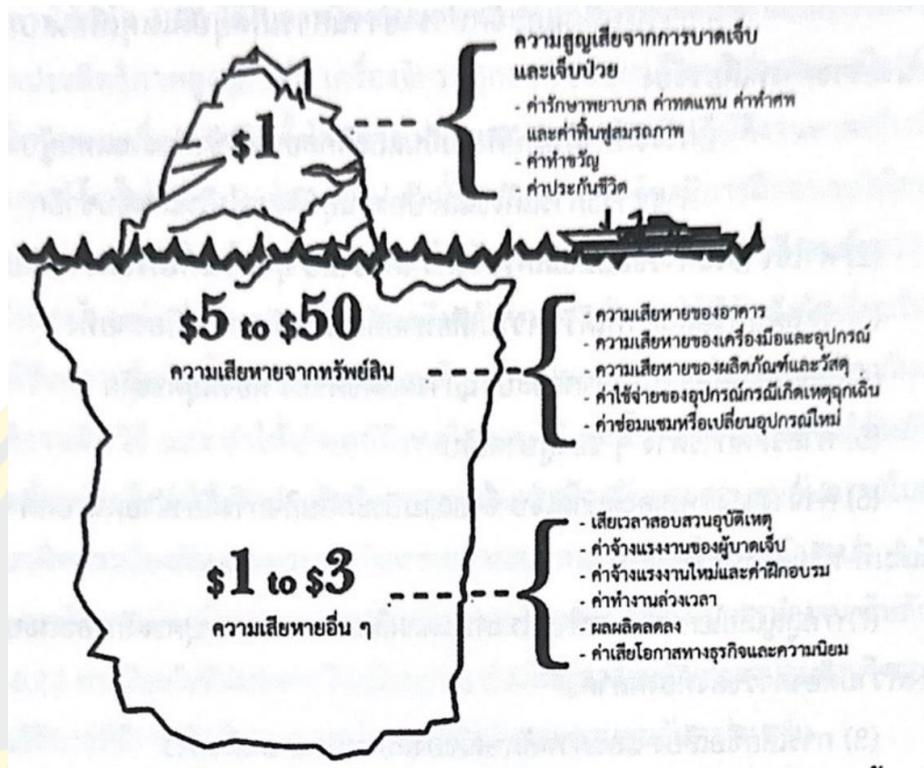
4. เหตุการณ์ไม่พึงประสงค์หรืออุบัติการณ์ (Incident) คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการสัมผัสกับแหล่งของพลังงานหากพลังงานนั้นสูงกว่าค่าขีดจำกัดของร่างกาย หรือโครงสร้างจะก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือทรัพย์สินเสียหาย หากพลังงานไม่สูงกว่าเกินกว่าขีดจำกัดของร่างกายหรือโครงสร้างจะรับได้ จะไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือทรัพย์สินเสียหาย แต่มีผลให้กระบวนการผลิตหยุดชะงัก

5. ความสูญเสีย (Loss) เป็นผลที่เกิดขึ้นเมื่อมีเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ ผลที่เกิดขึ้นอาจเป็นเรื่องเล็กน้อยไปจนถึงขั้นเสียชีวิต หรือเสียหายทั้งสถานประกอบการก็ได้

สาเหตุของอุบัติเหตุและความสูญเสียข้างต้นเป็นสาเหตุโดยตรง แต่อาจจะมีสาเหตุร่วมหรือเหตุจูงใจที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุด้วย เช่น สภาวะร่างกายของบุคคล ความเมื่อยล้า หูหนวก สายตาไม่ดี สภาพร่างกายไม่เหมาะสมกับงาน การตอบสนอง ทางภาวะจิตใจช้าเกินไป ขาดความตั้งใจในการทำงาน ตกใจง่าย ขาดความรู้ ไม่ตระหนักในเรื่องความปลอดภัย ขาดการผ่านการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้รถยกแต่ละประเภท ความปลอดภัยในการขับรถยก การตรวจสอบและบำรุงรักษารถยก โดยวิทยากรซึ่งมีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับรถยก ตามหลักสูตรที่อธิบดีประกาศกำหนดให้กับพนักงานขับรถยก การไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบ ไม่ได้วางแผนงานด้านความปลอดภัย เนื่องจากมีงานด่วนของแผนกผลิตภัณฑ์ใหม่ (New model) เข้ามาลัดขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานแล้วก็ตาม เป็นต้น

3. การสูญเสียเนื่องจากการเกิดอุบัติเหตุ

ความสูญเสียที่เกิดขึ้นเมื่อเกิดอุบัติเหตุ มีลักษณะเช่นเดียวกับ ทฤษฎีภูเขาน้ำแข็ง (Iceberg theory) โดยเปรียบเทียบความสูญเสียเหมือนก้อนน้ำแข็งที่มีส่วนที่โผล่เหนือน้ำและมีส่วนที่จมอยู่ใต้ผิวน้ำ เป็นอัตราส่วนประมาณ 1: 4 โดยส่วนที่โผล่เหนือน้ำเปรียบเสมือนความสูญเสียทางตรงจากอุบัติเหตุ และส่วนที่จมอยู่ใต้ผิวน้ำเปรียบเสมือนความสูญเสียทางอ้อมที่เกิดขึ้น ซึ่งจากการศึกษาของ Heinrich ในการเกิดอุบัติเหตุ แต่ละครั้ง อัตราส่วนโดยประมาณระหว่างค่าใช้จ่ายทางตรง และค่าใช้จ่ายทางอ้อม เป็น 1 ต่อ 4 โดยความสูญเสียทางอ้อมมีค่ามากกว่าความสูญเสียทางตรงมาก ซึ่งปกติมักจะคิดกันไม่ถึง จึงมีผู้เปรียบเทียบว่าความสูญเสียหรือค่าใช้จ่ายของการเกิดอุบัติเหตุเปรียบเสมือน “ภูเขาน้ำแข็ง” รายละเอียดของความสูญเสียทางตรงและความสูญเสียทางอ้อม ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ความสูญเสียของอุบัติเหตุเปรียบเทียบกับภูเขาน้ำแข็ง
ที่มา: กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2566)

อุบัติเหตุเกิดขึ้นในแต่ละครั้งจะหมายถึงความสูญเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ชนิด กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2566) ดังนี้

1. การสูญเสียจำแนกตามชนิดของการสูญเสีย สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ
 - 1.1 การสูญเสียการบาดเจ็บ (Injury loss)
 - 1.2 การสูญเสียทรัพย์สิน (Property loss)
 - 1.3 การสูญเสียเวลา (Time loss)
2. การสูญเสียจำแนกตามผู้ที่ได้รับการสูญเสีย ได้แก่ นายจ้าง ลูกจ้างหรือพนักงานที่ได้รับอุบัติเหตุ เช่น พนักงานตรวจรับวัตถุดิบที่ทำการตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร และพนักงานตรวจสอบคุณภาพชิ้นส่วนที่ทำการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าได้รับอุบัติเหตุ เป็นต้น
3. การสูญเสียจำแนกตามผลเสียที่เกิดขึ้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ
 - 3.1 การสูญเสียโดยตรงหรือผลเสียทางตรงเป็นการสูญเสียที่คิดเป็นเงินที่นายจ้างหรือรัฐบาลต้องจ่ายโดยตรงให้แก่ผู้ที่ได้รับอุบัติเหตุจากการทำงาน เช่น ค่ารักษาพยาบาล เงินทดแทนที่ต้องจ่ายโดยรัฐหรือสถานประกอบกิจการ ค่าทำขวัญ ค่าทำศพ เป็นต้น

3.2 การสูญเสียโดยทางอ้อมหรือผลเสียทางอ้อม เป็นการสูญเสียที่มักจะคิดไม่ถึงหรือไม่ค่อยได้คิดว่าจะจัดว่าเป็นการสูญเสียได้ ซึ่งจัดว่าเป็นลักษณะการสูญเสียที่แอบแฝงอยู่หรือไม่ปรากฏ อย่างเด่นชัด เช่น การสูญเสียเวลาของพนักงานตรวจรับวัตถุดิบและพนักงานตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบที่บาดเจ็บจะต้องใช้เวลาพักผ่อนจนกว่าจะหาย ความสูญเสียเวลาของหัวหน้างาน พนักงานหรือผู้ปฏิบัติ เพื่อนร่วมงานที่ต้องช่วยเหลือผู้ประสบเหตุ (ผู้บาดเจ็บ) การสอบสวนอุบัติเหตุ การรายงาน และการวิเคราะห์อุบัติเหตุที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ยังมีสินค้า ที่ได้รับความเสียหายต้องนำมาทดแทนจากผู้ส่งมอบทั้งในประเทศและต่างประเทศ ยิ่งขนส่งสินค้ามาทางอากาศยิ่งทำให้ค่าขนส่งเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดความสูญเสียของผลกำไร

4. วิธีการป้องกันอุบัติเหตุและเหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุ

การป้องกันอุบัติเหตุ (Accident prevention) สำหรับวิธีการป้องกันอุบัติเหตุในสถานประกอบกิจการ สามารถกระทำได้โดยการเสริมสร้างความปลอดภัยในสถานประกอบการอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการนำหลัก ความปลอดภัย 3E มาใช้เป็นมาตรการในการป้องกันอุบัติเหตุ (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2565) ดังนี้

1. มาตรการด้านวิศวกรรม (Engineering) เป็นการนำความทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ มาออกแบบ เครื่องจักร อุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ให้มีมาตรฐานความปลอดภัยมากที่สุด โดยการคำนวณเป็นไปตามหลักการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอุตสาหการ วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

2. มาตรการทางด้านการศึกษา (Education) เป็นการให้การศึกษาหรือการฝึกอบรม แนะนำ ให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการป้องกันอุบัติเหตุและเสริมสร้างความปลอดภัยในโรงงาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรู้ว่าอุบัติเหตุเกิดขึ้นได้อย่างไร และป้องกันได้อย่างไร รวมถึงจะทำงานวิธีใดเพื่อให้มีปลอดภัยมากที่สุด

3. การออกกฎข้อบังคับ (Enforcement) เป็นการใช้กฎระเบียบข้อบังคับในการทำงาน คือ การกำหนดวิธีการทำงานอย่างปลอดภัยและมาตรการบังคับให้พนักงานปฏิบัติตามเป็นระเบียบ ปฏิบัติที่ต้องประกาศให้ทราบทั่วกัน หากผู้ใดฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามจะถูกลงโทษเพื่อให้เกิดจิตสำนึก และหลีกเลี่ยงการทำงานที่ไม่ถูกต้องหรือเป็นอันตราย

ดังนั้น ในการนำหลักความปลอดภัย 3E มาประยุกต์ใช้กับพนักงานขับรถรถบรรทุกอุบัติเหตุการณ์ที่ คลังสินค้าจำเป็นต้องให้พนักงานมีส่วนร่วมเพื่อให้เกิดความร่วมมือซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมนต์ชัย พงษ์แสน และ ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ (2564) การใช้หลักความปลอดภัย 3E และการมีส่วนร่วมของพนักงาน ในการลดพฤติกรรมเสี่ยงจากงานตัดของพนักงานในโรงงานผลิตพลาสติกแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง สามารถลดพฤติกรรมเสี่ยงและพนักงานมีความพึงพอใจในการมีส่วนร่วมดังกล่าว

นอกจากนี้ สุทธิตา ท่าทราย, ธิติมา ณ สงขลา, และ สุธีร์ อินทร์รักษา (2563) ได้ทำการศึกษาวเคราะห์หาสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในพนักงานขับรถบรรทุกขนส่งรถยกและเครื่องมือหนักในอุตสาหกรรมขนส่งแห่งหนึ่งในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 55 คน สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุสามารถแบ่งสาเหตุเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) เกิดจากการปฏิบัติงานของพนักงาน 2) เกิดจากสภาพรถบรรทุกขนส่งรถยกและเครื่องมือหนัก และ 3) เกิดจากสภาพแวดล้อมในการทำงาน ดังนั้น สถานประกอบการจึงจำเป็นต้องคงไว้ซึ่งมาตรการควบคุมอุบัติเหตุในการทำงาน ส่งเสริมความปลอดภัยในการทำงานกระตุ้นเตือนให้พนักงานสังเกตสิ่งผิดปกติในการทำงาน การใช้เครื่องมือเครื่องจักร รถอย่างปลอดภัยและสม่ำเสมอเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุและผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สิน

เบญจมาศ อ้นหนองปลง, ชัยยุทธ ขวลิทธินิกุล, และ เพียงจันทร์ เศรษฐศรีสกุล (2561) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้า: กรณีศึกษา บริษัท โลจิสติกส์แห่งหนึ่งในนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จากการสอบถามพนักงานขับรถที่เคยประสบอุบัติเหตุจำนวน 15 คน การขับรถยกเดินหน้าเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด รองลงมา ขับรถเร็วเกินกำหนดและไม่มองหลังก่อนถอยรถ และสอบถามพนักงานขับรถที่ไม่เคยประสบอุบัติเหตุ จำนวน 15 คน ความไม่พร้อมของรถใช้งานเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด รองลงมา ขับรถถอยหลังแล้วไม่มองข้างหลังก่อนถอย ขับรถยกเดินหน้าและพื้นที่ในการปฏิบัติงานไม่เพียงพอ

5. กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับรถยก

กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการและดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักร บันจัน และหม้อน้ำ พ.ศ. 2564 ได้ให้คำจำกัดความไว้ดังนี้

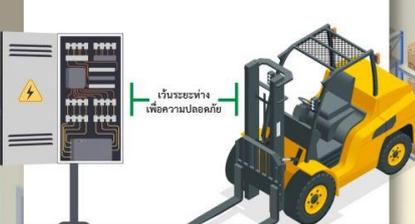
“รถยก” หมายความว่า รถที่ติดตั้งอุปกรณ์ใช้สำหรับการยกหรือเคลื่อนย้ายสิ่งของ เช่น ฟอร์คลิฟต์ (Forklift) หรือรถที่ทำงานในลักษณะเดียวกัน

การกำหนดมาตรการด้านความปลอดภัยในการทำงานกับรถยกได้กำหนดไว้ในส่วนที่ 4 รถยก ซึ่งนายจ้างต้องปฏิบัติตามกฎกระทรวงฉบับนี้ ได้รวบรวมและนำมาไว้ในตารางที่ 2 ดังนี้

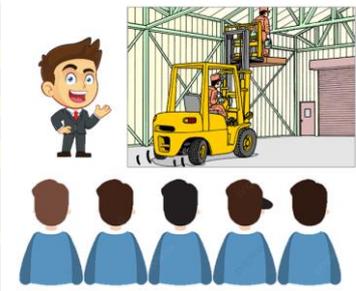
ตารางที่ 2 การทำงานเกี่ยวกับรถยกตามกฎหมาย

ข้อที่	รายละเอียดของกฎหมาย	รูปภาพประกอบ
ข้อ 34 (1)	จัดให้มีโครงหลังค้ำของรถยกที่มั่นคงแข็งแรง สามารถป้องกันอันตรายจากวัสดุตกหล่นได้ เว้นแต่รถยกที่ออกแบบมาให้ยกวัสดุสิ่งของที่มีความสูงไม่เกินศีรษะของผู้ขับขี่	 <p>จัดให้มีโครงหลังค้ำที่มั่นคงแข็งแรง สามารถป้องกันอันตรายจากวัสดุตกหล่นได้</p>
ข้อ 34 (2)	จัดให้มีป้ายบอกพิกัดน้ำหนักยกอย่างปลอดภัยตามที่กำหนดไว้ในรายละเอียดคุณสมบัติ และคู่มือการใช้งานไว้ที่รถยก พร้อมทั้งติดตั้งป้ายเตือนให้	 <p>ระวัง พิกัดน้ำหนัก ยก 7 ตัน</p>
ข้อ 34 (3)	ตรวจสอบสภาพรถยกว่ามีสภาพการใช้งานใช้งานได้ดีและปลอดภัยก่อนการใช้งานทุกครั้ง และต้องมีสำเนาเอกสารการตรวจสอบไว้ให้พนักงานตรวจสอบความปลอดภัยตรวจสอบได้	 <p>OK!</p>
ข้อ 34 (4)	จัดให้มีสัญญาณเสียงหรือแสงไฟเตือนภัยในขณะทำงานตามความเหมาะสมของการทำงาน	 <p>จัดให้มีสัญญาณเสียง หรือแสงไฟเตือนภัย ในขณะทำงานตามความเหมาะสมของการทำงาน</p>
ข้อ 34 (5)	จัดให้มีอุปกรณ์ช่วยการมองเห็นตามสภาพในการทำงาน เช่น กระจกมองข้าง	 <p>จัดให้มีอุปกรณ์ช่วยการมองเห็นตามสภาพในการทำงาน เช่น กระจกมองข้าง</p>

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	รายละเอียดของกฎหมาย	รูปภาพประกอบ
ข้อ 34 (6)	ให้ลูกจ้างซึ่งทำหน้าที่ขับรถยกชนิดนั่งขับสวมใส่เข็มขัดนิรภัยในขณะที่ทำงานบนรถตลอดเวลา	
ข้อ 35	นายจ้างต้องไม่ตัดแปลงหรือกระทำการใดกับรถยกที่มีผลให้ความปลอดภัยในการทำงานลดลง เว้นแต่กรณีที่นายจ้างตัดแปลงรถยกเพื่อใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลวเป็นเชื้อเพลิง และได้ปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานแล้ว	
ข้อ 36	นายจ้างต้องควบคุมดูแลบริเวณที่มีการเติมประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่สำหรับรถยกที่ใช้ไฟฟ้าให้อยู่ห่างจากบริเวณที่ลูกจ้างทำงานได้อย่างปลอดภัย และจัดให้มีมาตรการเกี่ยวกับการระบายอากาศเพื่อป้องกันการสะสมของไอกรด และไอระเหยของไฮโดรเจนจากการประจุไฟฟ้า	
ข้อ 37	นายจ้างต้องตีเส้นช่องทางเดินรถยกบริเวณภายในอาคารหรือกำหนดเส้นทางเดินรถยกในบริเวณอื่นที่มีการใช้รถยกเป็นประจำ	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	รายละเอียดของกฎหมาย	รูปภาพประกอบ
ขอ 38	นายจ้างต้องติดตั้งกระจกนูนหรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติคล้ายกันไว้ที่บริเวณทางแยกหรือทางโค้งที่มองไม่เห็นเส้นทางข้างหน้า	
ขอ 39	นายจ้างต้องจัดทางเดินรถยกที่มีความมั่นคงแข็งแรง และสามารถรองรับน้ำหนักบรรทุกรวมทั้งน้ำหนักบรรทุกของรถยกได้อย่างปลอดภัย	
ขอ 40	นายจ้างต้องจัดให้ลูกจ้างซึ่งจะทำหน้าที่เป็นผู้ขับรถยกผ่านการฝึกอบรมเกี่ยวกับการใช้รถยกแต่ละประเภท ความปลอดภัยในการขับรถยก การตรวจสอบและบำรุงรักษา รถยก โดยวิทยากร ซึ่งมีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับรถยก ตามหลักสูตรที่อธิบดีประกาศกำหนด	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	รายละเอียดของกฎหมาย	รูปภาพประกอบ
ข้อ 41	<p>นายจ้างต้องควบคุมดูแลการนำรถยกไปใช้ปฏิบัติงานใกล้สายไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้า โดยต้องมีระยะห่างเพื่อความปลอดภัย ดังต่อไปนี้</p> <p>(1) สายไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 69 กิโลโวลต์ ต้องห่างไม่น้อยกว่า 3.1 เมตร</p> <p>(2) สายไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าเกิน 69 กิโลโวลต์ แต่ไม่เกิน 115 กิโลโวลต์ ต้องห่างไม่น้อยกว่า 3.3 เมตร</p> <p>(3) สายไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าเกิน 115 กิโลโวลต์ แต่ไม่เกิน 230 กิโลโวลต์ ต้องห่างไม่น้อยกว่า 4 เมตร</p> <p>(4) สายไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าเกิน 230 กิโลโวลต์ แต่ไม่เกิน 500 กิโลโวลต์ ต้องห่างไม่น้อยกว่า 6 เมตร</p>	
ข้อ 42	<p>นายจ้างต้องควบคุมดูแลไม่ให้บุคคลอื่นนอกจากผู้ขับรถยกโดยสารหรือขึ้นไปบนส่วนหนึ่งส่วนใดของรถยก</p>	

ที่มา: เซฟตี้อินไทย (2566)

นอกจากข้อกำหนดเรื่องรถยกแล้ว กฎกระทรวงยังกำหนดอุปกรณ์ความปลอดภัยที่นายจ้างต้องจัดให้ลูกจ้างสวมใส่ เกี่ยวกับงานควบคุมเครื่องจักร ซึ่งรถยกถือว่าเป็นเครื่องจักรด้วยเช่นกัน จึงต้องกำหนดให้สวมหมวกนิรภัยและรองเท้าพื้นยางหุ้มส้น แต่บางบริษัท ก็กำหนดให้ผู้ที่ทำหน้าที่ขับรถยก สวมใส่เสื้อสะท้อนแสงด้วย และกำหนดให้ผู้ที่ต้องเข้าไปในพื้นที่การทำงานของรถยกต้องสวมใส่เสื้อสะท้อนแสงด้วยเช่นกัน เพื่อให้สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน นอกจากกำหนดให้สวมใส่อุปกรณ์ความปลอดภัยแล้ว นายจ้างยังต้องควบคุมดูแลให้ลูกจ้างสวมใส่ตลอดระยะเวลาที่ทำงานด้วย เป็นต้น

การพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

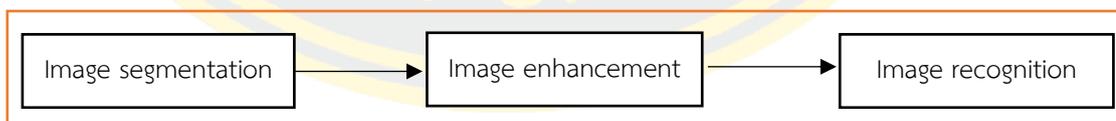
1. ความหมาย

กล้องประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital image processing camera) เป็นการประมวลเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลภาพที่อยู่ภายใต้รูปแบบข้อมูลประเภทดิจิทัล (Digital format) ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ด้วยดิจิทัลคอมพิวเตอร์ในระบบของดิจิทัล ซึ่งการนำข้อมูลและการส่งออกข้อมูลของระบบอยู่ในรูปแบบดิจิทัลเท่านั้น โดยส่วนใหญ่การประมวลผลภาพแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนการนำภาพเข้าสู่การประมวลผล (Input image) ส่วนการประมวลผลข้อมูลภาพ (Image processing) และส่วนการแสดงผลข้อมูล (Display output) (อรรถพล พลานนท์ และ บุญธง วสุริย์, 2558) ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของ การประมวลผลภาพ
ที่มา: อรรถพล พลานนท์ และ บุญธง วสุริย์ (2558)

ในการประมวลผลข้อมูลของการหาวัตถุ ดังแสดงในภาพที่ 11 ประกอบด้วย การแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation) การปรับภาพ (Image enhancement) และการหาวัตถุที่ต้องการจากภาพ (Object finding) หรือการรับรู้จากภาพ (Image recognition) ซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่ดังต่อไปนี้ (บุญธรรม ภัทราจารกุล, 2556)



ภาพที่ 11 บล็อกไดอะแกรม โครงสร้างการหาวัตถุจากภาพ (Framework for object finding)
ที่มา: อรรถพล พลานนท์ และ บุญธง วสุริย์ (2558)

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การแบ่งส่วนภาพ (Image segmentation) เป็นกระบวนการแบ่งแยกภาพดิจิทัล ออกเป็นส่วน ๆ หลายส่วน การแบ่งแยกบริเวณเป็นการแสดงวัตถุต่าง ๆ ในภาพที่มีประโยชน์มาก และทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์วัตถุในภาพ การแบ่งส่วนภาพจะสามารถระบุตำแหน่งและขอบเขตของ วัตถุในภาพ เช่น เส้น เส้นโค้ง และฉากหลัง ผลลัพธ์ของการแบ่งส่วนภาพ คือ กลุ่มของการแบ่งส่วน ภาพหรือวัตถุ หรือกลุ่มของรูปทรงต่าง ๆ จะถูกรวมเข้าด้วยกันทั้งหมด หรือถูกดึงออกมาจากภาพ การจับขอบภาพ (Edge detection) พิกเซลแต่ละพิกเซลในพื้นที่ที่จะบอกถึงสมบัติบางส่วนของ ลักษณะของภาพ เช่น สี ความเข้ม

2. การปรับปรุงภาพ (Image enhancement) เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของ ภาพให้ดีขึ้น จากการปรับปรุงสัญญาณภาพที่ได้จากการถ่ายภาพด้วยวิธีการลดสัญญาณรบกวนโดย การทำขอบให้มีความเด่นชัด การเกลี่ยเฉดสีภายในของภาพหรือวิธีการอื่น ซึ่งทำได้ 2 วิธี ดังนี้

2.1 การทำเทรชโฮลท์ (Thresholding) เป็นการประมวลผลภาพโดยทั่วไป เริ่มจาก การกรองภาพหรือการปรับปรุงภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำภาพนั้นมาทำการแปลงให้เป็นภาพสีเทา การแยกรอยต่อของวัตถุ และพื้นหลังของวัตถุให้ออกจากกัน โดยการใช้วิธีการทำเทรชโฮลท์ เป็น แปลงภาพสีเทาให้เป็นภาพไบนารีหรือภาพขาวดำ ในกระบวนการทำเทรชโฮลท์ การแยกส่วนของ ภาพสามารถทำได้โดยการกำหนดค่าเทรชโฮลท์ จะมีการเลือกค่าพิกเซล 2 วิธี คือ ถ้าค่าของพิกเซล มากกว่าค่าเทรชโฮลท์ (วัตถุมีความสว่างกว่าพื้นหลัง) พิกเซล จะมีค่า 255 และพิกเซลพื้นหลังมีค่า 0 เรียกว่า พิกเซลสูงกว่าเทรชโฮลท์ และค่าพิกเซลต่ำกว่าเทรชโฮลท์ ซึ่งตรงกันข้ามกับพิกเซลสูงกว่า เทรชโฮลท์ พิกเซลภาพจะมีค่า 0 และพิกเซลพื้นหลังมีค่า 255 เรียกว่า พิกเซล ต่ำกว่าเทรชโฮลท์ โดยปกติค่าพิกเซลของวัตถุจะมีค่าเท่ากับ 1 (สีขาว) ในขณะที่พิกเซล ของพื้นหลังมีค่าเท่ากับ 0 (สีดำ) และสุดท้ายภาพไบนารีจะถูกสร้างขึ้นโดยพิกเซลสีขาวหรือสีดำ ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับของพิกเซล

การเลือกกระบวนการทำเทรชโฮลท์ พารามิเตอร์ที่สำคัญในกระบวนการทำเทรชโฮลท์ คือ การเลือกค่าของเทรชโฮลท์ วิธีง่าย ๆ คือ การเลือกค่าเฉลี่ยหรือค่ากลาง คือ 128 ด้วยเหตุผลที่ว่า หากพิกเซลของวัตถุมีความสว่างกว่าพื้นหลัง ค่าของเทรชโฮลท์ค่าต่าง ๆ จะขึ้นอยู่กับงานและภาพที่ ได้ ปกติแล้วการเลือกค่าเทรชโฮลท์ คือ

$$\text{ค่าเทรชโฮลท์} = (\text{ค่าเฉลี่ยของวัตถุ} + \text{ค่าเฉลี่ยของพื้นหลัง}) / 2$$

2.2 การหาขอบภาพ (Edge detection) เป็นการหาขอบของวัตถุในภาพ เป็นหนึ่งใน ขั้นตอนพื้นฐานในการประมวลผลภาพ การวิเคราะห์ภาพ การจดจำรูปแบบภาพ และเทคนิคการ มองเห็นของคอมพิวเตอร์ เมื่อหาเส้นรอบรูปของวัตถุในภาพได้แล้ว เราจะสามารถสอนให้โปรแกรมรู้จักจำ ชนิดของวัตถุนั้นได้ และเนื่องจากภาพที่เราได้นั้นมาจะมีคุณภาพที่แตกต่างกัน เช่น บางภาพมี

คุณภาพสูง บางภาพมีคุณภาพต่ำ บางภาพมีสัญญาณรบกวน หรือบางภาพไม่ชัด เป็นต้น การหาของ จึงมีเทคนิคการหาหลายวิธี เพื่อให้ได้ขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์

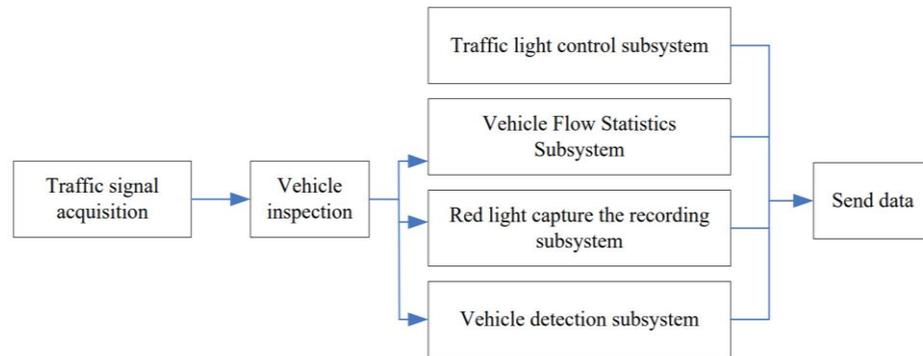
3. การรับรู้จากภาพ (Image recognition) เป็นการแก้ไขปัญหาในการหาภาพของวัตถุ โดยทำการแยกวัตถุที่ต้องการในภาพพื้นหลังได้อย่างชัดเจน เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถมองเห็นและรับรู้ข้อมูลภาพที่ประกอบด้วย วัตถุในภาพนั้นเป็นวัตถุอะไร ชนิดใด มีรูปร่างอย่างไร มีคุณลักษณะเฉพาะอย่างไร หรือกำลังทำอะไร เช่น รูปทรงกลม รูปทรงเหลี่ยม รูปทรงที่มีหลายด้าน ใบหน้าของมนุษย์ ตัวอักษรพิมพ์ หรือยานพาหนะ เป็นต้น และตำแหน่งท่าทางที่วางของวัตถุในภาพกับกล้อง สำหรับปัญหาการรับรู้ของคอมพิวเตอร์มีความหลากหลายที่แตกต่างกันหลายประการ ได้แก่

3.1 การรับรู้วัตถุ (Object recognition) โดยมีวัตถุที่กำหนดไว้ล่วงหน้าในการเรียนรู้ของวัตถุ หรือ การจัดลำดับขั้นของการรับรู้ของวัตถุตำแหน่ง 2D ในภาพ

3.2 การรับรู้ระบุเอกลักษณ์ (Identification) เป็นการระบุตำแหน่งเอกลักษณ์ของวัตถุเพื่อการรับรู้ เช่น เอกลักษณ์ของใบหน้าเฉพาะบุคคล หรือลายนิ้วมือ หรือเอกลักษณ์ของยานพาหนะเฉพาะ

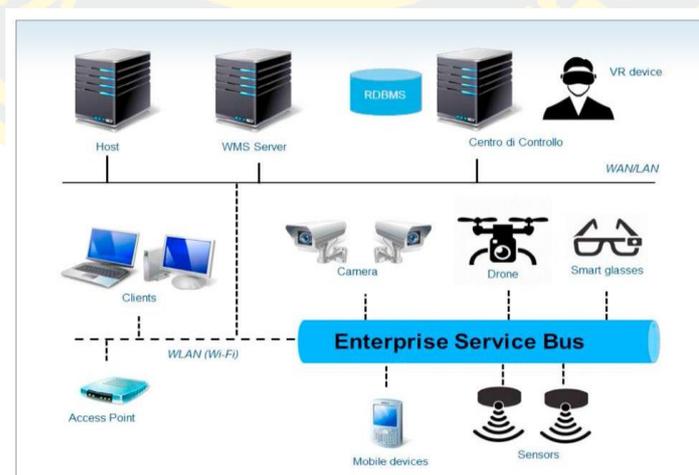
3.3 การตรวจสอบ (Detection) เป็นข้อมูลภาพที่ถูกสแกนเพื่อกำหนดเงื่อนไขเฉพาะ เช่น การตรวจสอบของเซลล์ที่ผิดปกติหรือเนื้อเยื่อในภาพทางการแพทย์ หรือการตรวจสอบยานพาหนะในระบบเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ การตรวจสอบอยู่บนพื้นฐานของการคำนวณที่ค่อนข้างง่ายและรวดเร็ว บางครั้งใช้สำหรับการหาพื้นที่ที่มีขนาดเล็กของภาพที่น่าสนใจ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์ได้ต่อไปได้

จากการศึกษาบทความวิจัยของ Ji and Zhang (2016) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพดิจิทัลในระบบการขนส่งอัจฉริยะ (Research on the application of digital Image processing technology in intelligent transportation) ซึ่งได้ทำการพัฒนากล้องประมวลผลภาพดิจิทัลโดยที่กลายเป็นงานวิจัยที่ก้าวล้ำในระบบขนส่งอัจฉริยะ คุณสมบัติของระบบขนส่งอัจฉริยะจะเป็นการวิเคราะห์แอปพลิเคชันของเทคโนโลยีกล้องประมวลผลภาพดิจิทัลในระบบขนส่งอัจฉริยะ เช่น การรวบรวมข้อมูล การจดจำป้ายทะเบียน และอุปกรณ์ตรวจติดตามและจับรถยนต์ เป็นต้น แผนภูมิการทำงานของระบบขนส่งอัจฉริยะ ดังแสดงในภาพที่ 12

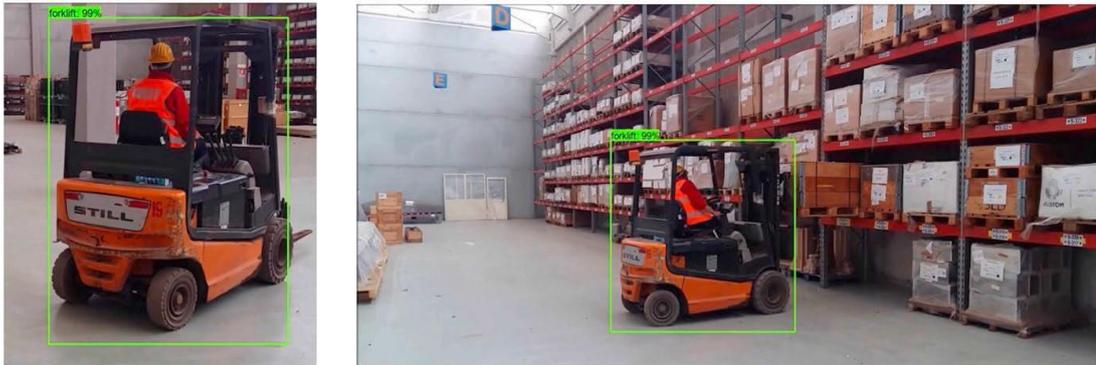


ภาพที่ 12 แผนภูมิการทำงานของระบบขนส่งอัจฉริยะ
ที่มา: Ji and Zhang (2016)

สำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ร่วมกับคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) มีการนำมาใช้ในกระบวนการโลจิสติกส์อัตโนมัติแบบก้าวล้ำมากขึ้นโดยเป็นการบูรณาการโลจิสติกส์แพลตฟอร์ม 4.0 ดังแสดงในภาพที่ 12 ใช้สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เพื่อเชื่อมโยงกับอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ เช่น กล้อง โดรน แวนอัจฉริยะ เซ็นเซอร์ เพื่อทำการแก้ไขปัญหาในด้านการรักษาความปลอดภัยของกิจกรรมที่คลังสินค้า เช่น การตรวจกำกับการสัญจรของรถยกในเส้นทางที่กำหนดไว้และป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากกิจกรรมทั่วไปในพื้นที่คลังสินค้า ดังแสดงในภาพที่ 13 (Capuaa, Ciaramellab, & Priscoc, 2003)



ภาพที่ 13 การบูรณาการโลจิสติกส์แพลตฟอร์ม 4.0 โดยใช้สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์
ที่มา: Capua, Ciaramella, and Prisco (2003)



ภาพที่ 14 การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) สำหรับความปลอดภัยของรถยก
ที่มา: Capua, Ciaramella, and Prisco (2003)

2. ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI)

ความหมาย

ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ถูกใช้ครั้งแรกเมื่อประมาณ ค.ศ. 1956 โดย John McCarthy เพื่อจัดงานสัมมนาเชิงปฏิบัติการสำหรับนักวิจัยที่สนใจในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกัน เช่น ทฤษฎีออโตมาตา (Automata theory) โครงข่ายประสาทเทียม และการศึกษาเกี่ยวกับความชาญฉลาด

สำหรับความหมายของปัญญาประดิษฐ์มีการให้ความหมาย และคำจำกัดความไว้มากมาย ศาสตรา วงศ์ธนวุธ (2560) กล่าวว่า เป็นวิทยาการสาขาหนึ่งในสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาและการสร้างระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถแสดงความชาญฉลาด และในมุมมองนักวิจัยปัญญาประดิษฐ์เป็นการศึกษาพัฒนาคอมพิวเตอร์ให้มีความชาญฉลาด มีการตอบสนองเหมือนมนุษย์ โดยมีความสามารถดังนี้

1. สามารถเรียนรู้และแนวคิดใหม่
2. สามารถหาข้อสรุปและใช้เหตุผลหาคำตอบ
3. สามารถเข้าใจภาษาธรรมชาติ
4. สามารถรับรู้และเข้าใจสิ่งที่มองเห็น
5. สามารถทำสิ่งต่าง ๆ เทียบเท่ากับมนุษย์ที่มีความชาญฉลาด

บุญเจริญ ศิริเนาวกุล (2555) กล่าวอีกว่า วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ที่ทำให้เครื่องจักรมีความฉลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ฉลาด ที่เกี่ยวข้องกับภารกิจ ที่เหมือนกันของการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อเข้าใจความฉลาดของมนุษย์ แต่ปัญญาประดิษฐ์ก็ไม่จำกัดอยู่กับวิธีที่สังเกตได้จากสิ่งมีชีวิตเท่านั้น แต่มักเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดและการให้เหตุผล โดยมีมนุษย์เป็นต้นแบบ ปัญญาประดิษฐ์ได้แตกแขนงออกเป็นหลายสาขา เช่น

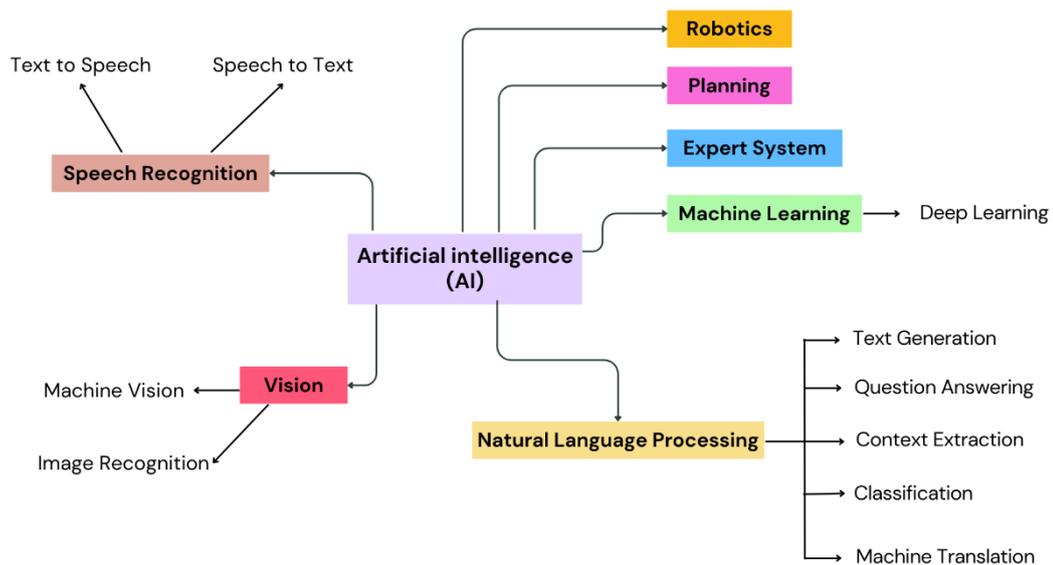
1. การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing: NLP) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสื่อสารด้วยภาษาที่มนุษย์ใช้งาน เช่น ข้อความ ตัวอักษร เสียงพูด โดยตัวอย่าง NLP ที่พบเจอได้ง่ายในปัจจุบัน เช่น Chabot ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น Siri ของบริษัท Apple, Alexa ของบริษัท Amazon และ Google Assistant ของบริษัท Google เป็นต้น

2. คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision) หรือการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital image processing) ซึ่งเทียบได้กับการสร้างตาให้กับเครื่องจักร ที่สามารถรับรู้สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น จากภาพ เช่น การรู้จำใบหน้ามนุษย์ การจำแนกประเภทของสิ่งของในภาพ หรือการตรวจหาตำแหน่งสิ่งของที่ต้องการจากภาพ เป็นต้น

3. หุ่นยนต์ (Robotic) ซึ่งเกี่ยวกับการสร้างเครื่องกลที่สามารถทำงานในลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำและชาญฉลาด คล้ายกับการสร้างร่างกายส่วนในของปัญญาประดิษฐ์

4. ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert-systems) เป็นการจำลองผู้เชี่ยวชาญในงานนั้น ๆ เป็นชุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถทำงานนั้น ๆ ได้เพื่อทดแทนผู้เชี่ยวชาญ หรือช่วยประกอบการตัดสินใจ เช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญซื้อขายหุ้น ระบบวินิจฉัยโรค เป็นต้น

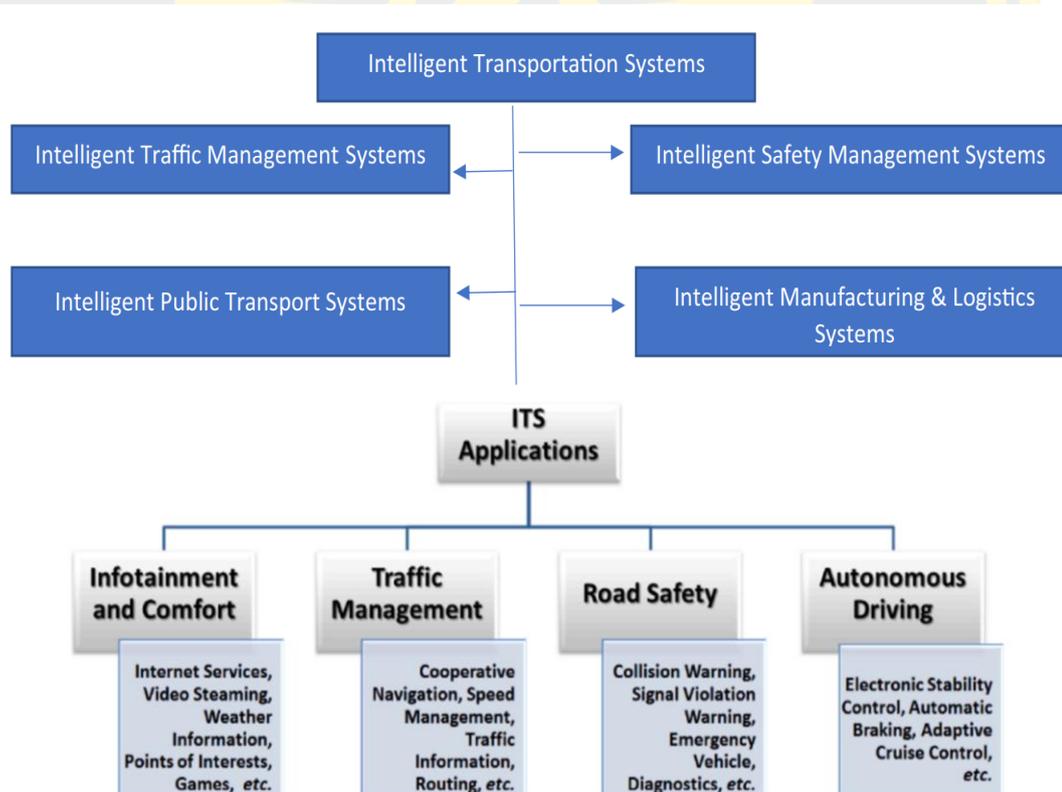
จากภาพที่ 15 เป็นภาพรวมของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence: AI) ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น Robotics, Planning, Expert system, Machine learning และ Deep learning, Natural language processing, Speech recognition และ Vision



ภาพที่ 15 ภาพรวมของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI)

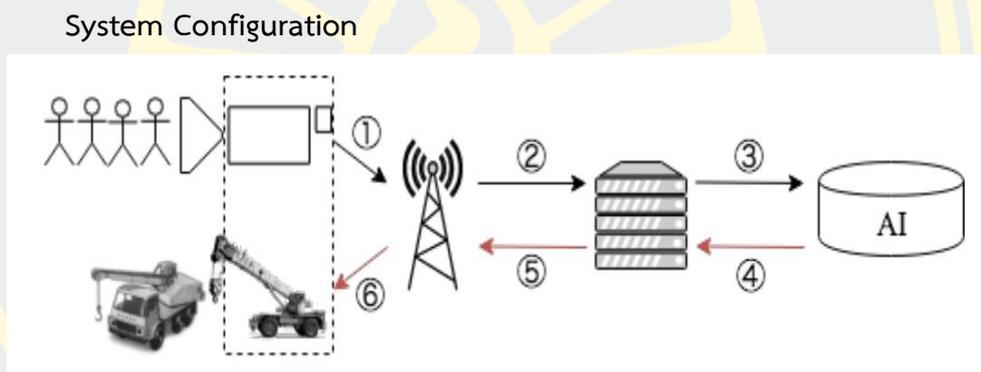
ที่มา: กอบเกียรติ สระอุบล (2565)

จากการศึกษางานวิจัยของ Lyer (2021) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง แอปพลิเคชันที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาระบบขนส่งอัจฉริยะ (AI enabled application towards intelligence transportation) ความสามารถของ AI สามารถที่รับรู้และเรียนรู้การทำงานและแก้ไขปัญหาเหมือนมนุษย์ AI มีการพัฒนาตั้งแต่ 2 ทศวรรษที่ผ่านมาเนื่องจากมีการใช้ข้อมูลมหาศาลที่ถูกสร้างผ่านอินเทอร์เน็ตทำให้เป็นประโยชน์การภาครัฐและเอกชนด้วยการใช้อัลกอริทึมแบบก้าวล้ำกว่าในอดีตที่ผ่านความเข้มแข็งของ AI การใช้อัลกอริทึมแบบก้าวล้ำในการเรียนรู้ของเครื่องจักรเพื่อสนับสนุนความหลากหลายของเทคโนโลยีคล้ายกับอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง กระบวนการของหุ่นยนต์อัตโนมัติ คอมพิวเตอร์วิทัศน์ และการประมวลผลภาษาธรรมชาติที่ทำให้ AI มีการนำไปใช้เติบโตเป็นอย่างมากตามไปด้วย บทความนี้เป็นการรวบรวมปัญหาของอุตสาหกรรมขนส่งภายในภายใต้ระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligence transportation system) เพื่อใช้สำหรับพิจารณาการขนส่งสาธารณะที่เกี่ยวข้องในบางพื้นที่โดยใช้อัตโนมัติของ AI ในการหาคำตอบ ซึ่ง AI สามารถแก้ไขปัญหาของอุตสาหกรรมขนส่งที่มีความหลากหลายของประเทศอินเดียได้ ดังแสดงในภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ระบบขนส่งอัจฉริยะ
ที่มา: Lyer (2021)

นอกจากนี้ Nozaki et al. (2018) ได้ทำการศึกษา ระบบการจัดการปัญญาประดิษฐ์เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในเขตก่อสร้างโดยใช้กล้อง 4K บนเครือข่าย 5G (AI management system to prevent accidents in construction zones using 4K cameras based on 5G network) การป้องกันการอุบัติเหตุของรถบรรทุก เครน และการขั้วของคานงานในไซต์ก่อสร้างมีความสำคัญ ดังนั้นจึงได้ใช้กล้องที่มีความละเอียดสูงแบบ 4K และทำการเชื่อมต่อกับ IOT ในการสำรวจสภาพแวดล้อมในการทำงานในงานวิจัยนี้ใช้ระบบการประมวลผลภาพจากกล้อง 4K ผ่านระบบเน็ตเวิร์ค 5G อุปกรณ์ก่อสร้าง เช่น รถบรรทุก เครนและอื่น ๆ แล้วใช้ AI ในการเข้าไปดูพฤติกรรมและการเคลื่อนไหวของคานงานในฐานข้อมูล และหลีกเลี่ยงการแจ้งเตือนกับคานงานเหล่านั้น การประมวลผลภาพด้วยกล้องจะบันทึกต่อเนื่องผ่าน IOT ไปยังฐานข้อมูล ผลที่ได้สามารถลดอุบัติเหตุในไซต์งานก่อสร้างลงได้ ผลการแสดงผลอัตรา 90% ในการจดจำภาพของคานงานจากการใช้ AI ดังแสดงในภาพที่ 17-18



ภาพที่ 17 สถาปัตยกรรมในการใช้ AI เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในสถานที่ก่อสร้าง
ที่มา: Nozaki et al. (2018)



ภาพที่ 18 การใช้ AI ในการตรวจสอบพฤติกรรมและการเคลื่อนไหวของแรงงานเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงานในสถานที่ก่อสร้าง
ที่มา: Nozaki et al. (2018)

3. การเรียนรู้เชิงลึกด้วยโปรแกรมไพทอน (Deep learning by python programming)

ความหมาย

การเรียนรู้เชิงลึกเป็นปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่มีความสำคัญ และถูกนำไปใช้ในการสร้างนวัตกรรมที่สำคัญหลาย ๆ อย่าง เช่น การจำแนกภาพ (Image recognition) สำหรับวิเคราะห์ และจำแนกภาพ เช่น ภาพชิ้นส่วนที่ผิดปกติจากการผลิต ภาพที่เป็นโรคพืชหรือไม่เป็น การตรวจจับวัตถุ (Object detection) ของวัตถุในภาพ ในกล้อง ในคลิป ว่ามีอะไรบ้าง อยู่ในตำแหน่งใด สามารถนับสิ่งที่สนใจแบบเรียลไทม์ (Real time) ในการนับจำนวนยานพาหนะบนท้องถนน นับจำนวนคน นับจำนวนชิ้นส่วนบนสายการผลิต ตรวจจับสิ่งผิดปกติ เป็นต้น

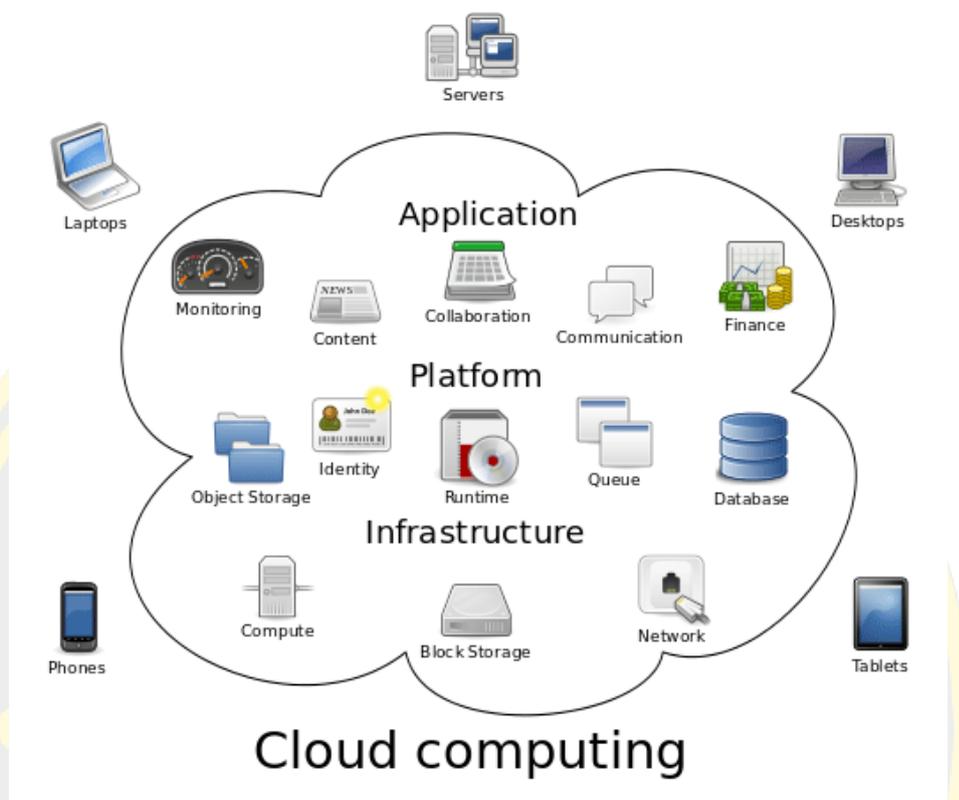
การเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) หมายถึง เป็นศาสตร์แขนงย่อยในการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine learning) อีกขั้นหนึ่งที่มีเป้าหมายเช่นเดียวกับการเรียนรู้ของเครื่องจักร คือทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เกิดการเรียนรู้ แล้วนำความรู้นั้นมาใช้งาน แต่การเรียนรู้เชิงลึกเป็นวิธีการหรือเทคนิคลักษณะเครือข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) มีความลึกหลายชั้น (Deep Learning Network: DLN) ที่เลียนแบบการทำงานของเซลล์เครือข่ายสมอง (กอบเกียรติ สระอุบล, 2563)

ในอีกความหมายหนึ่งของการเรียนรู้เชิงลึก หมายถึง เป็นเทคนิคทางการเรียนรู้ของเครื่องจักรที่ประสบความสำเร็จอย่างสูงในปัจจุบัน โดยการเรียนรู้เชิงลึก ถูกออกแบบโดยได้รับแรงบันดาลใจจากลักษณะ ของเครือข่ายประสาทเทียมในสมองมนุษย์ (ณัฐโชติ พรหมฤทธิ์ และ สัจจากรณ์ ไวจรรยา, 2564)

นอกจากนี้ได้มีการนำการเรียนรู้เชิงลึกร่วมกับกลไกอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์อย่างแพร่หลายในงานวิจัย อาทิเช่นงานวิจัยของ Kim et al. (2022) ที่ได้ทำการศึกษา การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อทำนายอุบัติเหตุด้านความปลอดภัยสำหรับการก่อสร้างที่ยั่งยืน: กรณีศึกษาอุบัติเหตุจากการตกในประเทศเกาหลีใต้ (A deep learning model development to predict safety accidents for sustainable construction: A case study of fall accidents in South Korea) สถิติการเกิดอุบัติเหตุการตกจากที่สูงในช่วง 10 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010-2019 มีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 1,799 ราย หลังจากที่ได้มีการนำการเรียนรู้เชิงลึกร่วมกับกลไกอัลกอริทึมปัญญาประดิษฐ์สามารถนำมาทำนายคาดการณ์เกิดอุบัติเหตุลดลง 9.3% และสามารถบ่งชี้ความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุล้นหน้าในงานก่อสร้าง ให้ลดลงได้ และการนำมาพัฒนาการรวบรวมอุบัติเหตุการจราจรทางบกในพื้นที่กรุงเทพมหานครจากข้อมูลทวีตเตอร์ด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึกของ กร พวงนาค (2565) การนำการเรียนรู้เชิงลึก มีการแบ่งรูปแบบการศึกษาออกเป็น 3 รูปแบบ คือ การเฝ้าระวังการเกิดอุบัติเหตุ การระบุรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุ และการระบุความรุนแรงของอุบัติเหตุการจราจรในกรุงเทพมหานคร สามารถตรวจจับการเกิดอุบัติเหตุได้ 93.44% และสามารถระบุรูปแบบของอุบัติเหตุได้ 85.29% และระบุความรุนแรงของอุบัติเหตุได้ 88.53%

4. คลาวด์คอมพิวติ้ง (Cloud computing)

จากคำจำกัดความคลาวด์คอมพิวติ้งของสถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Institute of Standards and Technology, 2012) ว่าเป็นรูปแบบสำหรับการเปิดใช้การเข้าถึงเครือข่ายที่แพร่หลาย สะดวกตามความต้องการไปยังแหล่งรวมทรัพยากรการประมวลผลที่กำหนดค่าได้ เช่น เครือข่ายเซิร์ฟเวอร์ (Network server) พื้นที่การจัดเก็บข้อมูล (Storage) ระบบแอปพลิเคชัน (Application) กับโครงสร้างพื้นฐานด้านอื่น ๆ ด้วยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ร่วมกัน ดังแสดงในภาพที่ 19 โดยพร้อมให้บริการกับผู้ใช้งานเมื่อมีความต้องการใช้ได้โดยทันที ช่วยให้การจัดสรรและจัดการทรัพยากร เป็นไปได้โดยสะดวก รวดเร็ว และมีความยืดหยุ่นต่อการปรับเปลี่ยนขนาดและรูปแบบของโครงสร้างพื้นฐาน ทำให้ช่วยลดขั้นตอนในการติดต่อประสานงานกับทางผู้ให้บริการที่ใช้อยู่ปัจจุบัน (อัญญา ดิษฐานนท์ และ ภริตา พงษ์พานิชย์, 2560)

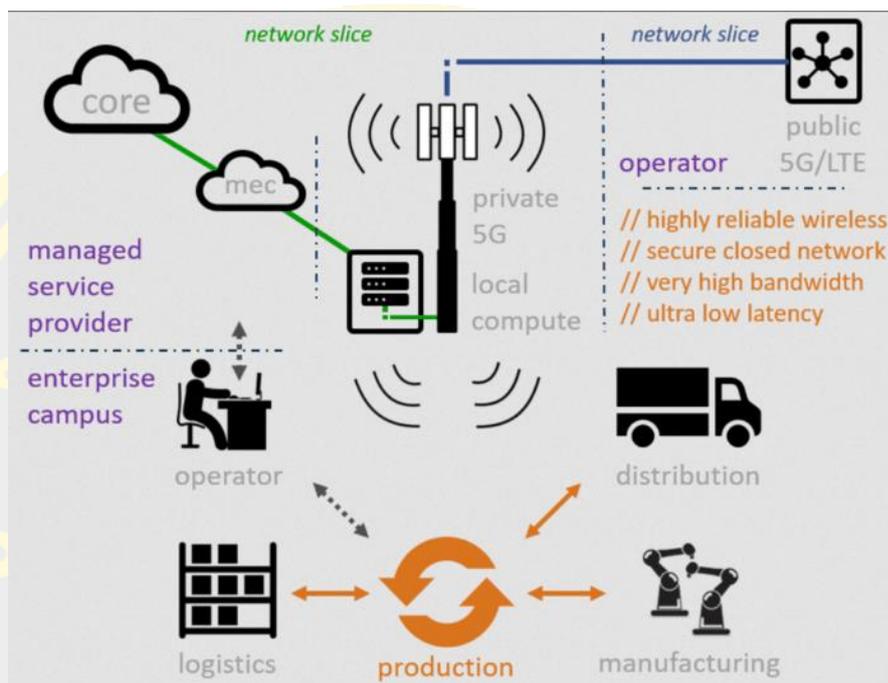


ภาพที่ 19 คลาวด์คอมพิวเตอร์
ที่มา: เอ็ม. ดี. ซอฟท์ จำกัด (2566)

5. เทคโนโลยี 5G (5G Technology)

เทคโนโลยี 5G หมายถึง 5G เป็นเทคโนโลยีเซลลูลาร์ไร้สายยุคที่ 5 ถือกำเนิดขึ้นในประเทศไทยภายในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งให้ความเร็วในการอัปโหลดและดาวน์โหลดที่สูงขึ้น ให้การเชื่อมต่อที่สม่ำเสมอมากขึ้น และให้คุณภาพที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับเครือข่ายยุคก่อนหน้านี้ 5G นั้นเร็วกว่าและเชื่อถือได้มากกว่าเครือข่าย 4G ที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันอย่างมาก และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อเข้าถึงแอปพลิเคชัน เครือข่ายสังคม ข้อมูล และเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้เร็วขึ้น เช่น รถยนต์ที่ขับด้วยตนเอง แอปพลิเคชันเกมขั้นสูง สตรีมมิ่งที่ต้องใช้การเชื่อมต่อข้อมูลความเร็วสูงที่เชื่อถือได้อย่างสูง และการใช้เครือข่ายมือถือ 5G ในการสร้างโรงงานอัจฉริยะที่มีการเชื่อมต่อแบบยืดหยุ่น 5G เพื่อรองรับอินเทอร์เน็ตของสิ่ง (Internet of thing : IoT) ซึ่งจะทำให้โรงงานสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์อัจฉริยะหลายพันชิ้น เช่น กล้องดิจิทัลประมวลผลและเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless) เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลโดยอัตโนมัติได้แบบเรียลไทม์ ทำให้โรงงานสามารถวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลนี้ เพื่อให้การดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากขึ้น ตัวอย่างเช่น เทคโนโลยีเซ็นเซอร์

อัจฉริยะสามารถทำนายวงจรชีวิตของอุปกรณ์ได้อย่างแม่นยำ ให้ข้อมูลในการตัดสินใจในการวางแผน และทำนายว่า เครื่องจักรต้องการการบำรุงรักษาเมื่อใดจะได้รับประโยชน์อย่างมากจากการเชื่อมต่อ 5G ซึ่งมีอีกมากมายในการนำประโยชน์ของเทคโนโลยี 5G มาใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 20



ภาพที่ 20 เทคโนโลยี 5G

ที่มา: Amazon Web Services (AWS) (2023)

งานวิจัยที่ได้นำเทคโนโลยี 5G มาประยุกต์ใช้ เช่น การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ของ พีระพงษ์ มานะกิจ (2562) การนำเทคโนโลยี 5G จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของระบบการแพทย์และสาธารณสุขในอนาคตได้ เนื่องจากเทคโนโลยี 5G มีความรวดเร็วและแม่นยำสูง สามารถตอบสนองความต้องการในการรักษาได้ทันที่ แพทย์สามารถให้คำแนะนำในการรักษาโรคหรือให้คำแนะนำระหว่างการผ่าตัดทางไกลแก่แพทย์ในพื้นที่ชนบทได้โดยการเชื่อมต่อที่มีความรวดเร็วเหมือนอยู่ในสถานที่เดียวกัน รวมทั้งสามารถใช้หุ่นยนต์ที่ใช้ในการผ่าตัด เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีกรนำเทคโนโลยี 5G มาใช้โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยี 5G ในเขตพัฒนาเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกของรังสรรค์ จันทรนฤกุล (2565) ที่ได้นำ Sandbox ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์หรือเทคโนโลยีที่ใช้พื้นที่จำลองที่ใช้ทดสอบโปรแกรมหรือโค้ดโดยไม่กระทบต่อระบบจริง เช่น การทดสอบซอฟต์แวร์ใหม่ในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยใช้ในการพัฒนาและทดสอบ ปัญญาประดิษฐ์หรือแอปพลิเคชันก่อนเปิดใช้งานจริง และอุตสาหกรรมการเงินและนวัตกรรมในพื้นที่

ควบคุมที่บริษัทสตาร์ทอัพหรือองค์กรที่สามารถทดลองผลิตภัณฑ์ทางการเงินใหม่ๆ ภายใต้การกำกับดูแลของหน่วยงานและแพลตฟอร์มข้อมูลอุตสาหกรรม 5G (5G Industrial Data Platform) มาขับเคลื่อนนโยบายและพัฒนาโครงสร้างในเขตพื้นที่เศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก โดยทางคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ (กสทช.) ได้กำหนดหลักเกณฑ์การกำกับดูแลเป็นพิเศษแตกต่างจากพื้นที่ปกติ โดยมีการผ่อนปรนกฎระเบียบระหว่างการพัฒนาและทดสอบนวัตกรรมให้ทำได้อย่างยืดหยุ่นและคล่องตัวเพิ่มมากขึ้น

โดยสรุป จากเอกสารและงานวิจัยที่ได้ทำการทบทวน ได้พบว่าการที่พนักงานขับรถยกแต่ละคนปฏิบัติงานนั้นส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุ และอุบัติการณ์เกิดขึ้น ทำให้บริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งได้รับความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อมเกิดขึ้น สาเหตุจากเกิดจากการขับรถยกเดินหน้า และไม่มองหลังก่อนถอยรถแล้วไม่สามารถมองเห็นคนและชิ้นส่วนด้วยความรีบเร่งในการปฏิบัติงาน การขาดเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมที่จะมาแจ้งเตือน และสามารถมองเห็นได้จากระยะมุมสูง (Bird's-eye view) ระยะห่างของรถยกกับพนักงาน ที่อยู่ในพื้นที่จุดขนถ่ายสินค้า (Dock loading) ดังนั้นจึงได้เสนอแนวคิดที่จะนำการพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติการณ์ของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าแห่งหนึ่งในจังหวัดระยองเพื่อแก้ไขอุบัติการณ์ในพื้นที่ที่เป็นปัญหาดังกล่าวไว้ข้างต้นต่อไป

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ความหมาย

ความพึงพอใจ (Satisfaction) หมายถึง ทัศนคติที่เป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้าง สลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรง แต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อม โดยการวัด ความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้น และการแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงจึง สามารถวัดความพึงพอใจนั้นได้

พจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2556 กล่าวว่า "พึง" เป็นคำช่วยกริยาอื่น หมายความว่า "ควร" เช่น พึงใจ หมายความว่า พอใจ ชอบใจ และคำว่า "พอ" หมายความว่า เท่าที่ต้องการ เต็มความต้องการ ถูกชอบ เมื่อนำคำสองคำมาผสมกัน "พึงพอใจ" จะหมายถึง ชอบใจ ถูกใจ ตามที่ต้องการ

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2540 อ้างถึงในคอรี่เยาะ เจาะเม็ง และ ทิพยา ฤทธิเดช, 2556) ได้ให้แนวคิดความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมว่าเป็นวิธีการปฏิบัติใหม่ ๆ ที่แปลกไปจากเดิม โดยอาจจะได้มาจากการคิดค้นพบวิธีการใหม่ ๆ ขึ้นมา หรือการปรุงแต่งของเก่าให้ใหม่เหมาะสมและสิ่งทั้งหลายเหล่านี้ได้รับการทดลอง พัฒนาจนเป็นที่เชื่อถือได้แล้วว่าได้ผลดีในทางปฏิบัติทำให้ระบบก้าวไปสู่

จุดหมายปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพขึ้น และทอมัส ฮิวซ์ (Thomas Hughes, 2003 อ้างถึงใน สุภารัตน์ ศรีมา, 2565) ได้ให้ความหมายเพิ่มเติมอีกว่าจะต้องเป็นการนำวิธีการใหม่ ๆ มาปฏิบัติ หลังจากได้ผ่านการทดลองหรือได้รับการพัฒนามาเป็นขั้น ๆ แล้ว โดยเริ่มมาตั้งแต่การ 1) คิดค้น (Invention) 2) การพัฒนา (Development) หรือ โครงการทดลองปฏิบัติก่อน (Pilot project) 3) นำไปปฏิบัติจริง (Implement) โดยในความพึงพอใจในที่นี้ หมายถึงภาวะของอารมณ์ ความรู้สึก ร่วมของบุคคลที่มีต่อการเรียนรู้ประสบการณ์ที่เกิดจากแรงจูงใจซึ่งเป็นพลังภายในของแต่ละบุคคล อันเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเป้าหมายที่คาดหวังและความต้องการด้านจิตใจ นำไปสู่การค้นหาสิ่งที่ต้องการมาตอบสนอง เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการแล้วจะเกิดความรู้สึกมีความสุข กระตือรือร้นมุ่งมั่นเกิดขวัญกำลังใจ ก่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการกระทำกิจกรรมที่นำไปสู่เป้าหมายนั้นสำเร็จตามที่กำหนดไว้ (ชนกนันท ทรวงรัมย์ และ นเรศ ชันชะรี, 2563)

ในการสร้างนวัตกรรมนั้น การศึกษาส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาความพึงพอใจในลักษณะงานนั้น ๆ ได้แก่ คอรีเยาะ เจะแม็ง และ ทิพยา ฤทธิเดช (2556) ได้มีการศึกษาความพึงพอใจในการจัดทำนวัตกรรมของบุคลากร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา โดยมีใช้รูปแบบการสอบถามความพึงพอใจในการจัดทำนวัตกรรมแบบมีโครงสร้างหัวข้อประเด็นคำถาม ประกอบด้วย หัวข้อที่ 1 ประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น มีรายละเอียดสอบถามความพึงพอใจ ในด้านความสะดวก รวดเร็วมากขึ้น การได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานเพิ่มขึ้น และการปฏิบัติต่อการใช้นวัตกรรมเป็นที่ยอมรับจากองค์กรมากขึ้นเพียงใด และหัวข้อที่ 2 ความเข้าใจกันได้ ของนวัตกรรมกับระบบงานที่ดีขึ้น และผู้ใช้งานสามารถนำประสบการณ์ในการปฏิบัติงานมาประยุกต์ใช้ได้อย่างสัมฤทธิ์ผล หัวข้อที่ 3 ประสิทธิภาพในการจัดทำนวัตกรรม มีรายละเอียดสำหรับสอบถามด้านความมั่นใจ ทำให้เป็นระเบียบมากขึ้น ลดขั้นตอนความยุ่งยากในการปฏิบัติงาน ลดต้นทุน และการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารทรัพยากร ผลการศึกษางานวิจัยด้านความพึงพอใจในการใช้นวัตกรรม พบประเด็นที่สำคัญของการตั้งคำถาม ด้านการใช้ประโยชน์ที่ได้รับ การใช้งานที่มีผลต่อการทำงานเดิม เป็นที่ยอมรับจากองค์กร และสามารถประยุกต์ใช้กับงานมากขึ้นเพียงใด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อมุ่งพัฒนาระบบกลองดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติเหตุของพนักงานขับรถบรรทุกที่คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยงานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental design) โดยเก็บข้อมูลการทดลองตามแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest โดยระยะเวลาในการศึกษาวิจัยอยู่ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2567

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรเป็นพนักงานขับรถบรรทุกที่แผนกคลังสินค้าที่ทำหน้าที่ขับรถขนถ่ายสินค้าจากรถขนส่งขึ้นส่วนจากผู้ส่งมอบวัตถุดิบจากนั้นนำมาจัดเรียงเพื่อให้พนักงานทำการรวบรวมขึ้นส่วนก่อนที่จะทำการบรรจุลงกล่องเพื่อทำการส่งไปยังลูกค้าต่อไป จำนวน 3 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการเข้าร่วมเป็นพนักงานขับรถบรรทุกที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยองกลุ่มตัวอย่างในการเข้าร่วม มีจำนวน 3 คน เป็นพนักงานขับรถที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับขนย้ายและจัดเก็บขึ้นส่วนที่รับมาจากผู้ผลิตขึ้นส่วนเข้าจัดเก็บตามตำแหน่งที่คลังสินค้า

เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Inclusion criteria)

1. ทำงานเกี่ยวกับการขับรถบรรทุกมาไม่น้อยกว่า 1 ปี
2. ผู้ที่ยินดีเข้าร่วมในการวิจัยในครั้งนี้

เกณฑ์การคัดออกผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Exclusion criteria)

พนักงานที่ไม่สามารถเข้าร่วมถึงกิจกรรมของโครงการวิจัยจนเสร็จสิ้นการศึกษาได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีการใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมจากเว็บไซต์ หนังสือ ตำรา วิทยานิพนธ์ งานวิจัย และวารสารที่เกี่ยวข้องจากต่างประเทศ และในประเทศ เพื่อให้แบบสอบถามครอบคลุม ซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการ

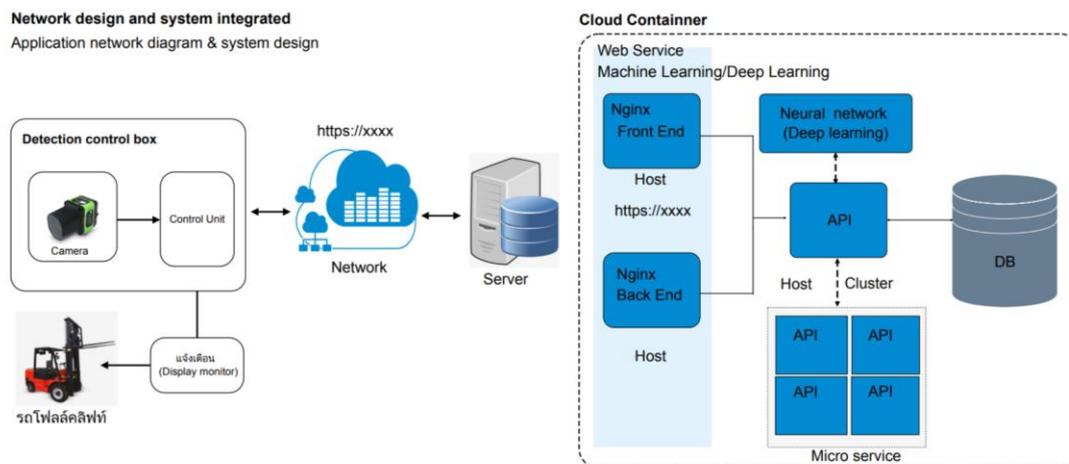
วิจัย การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ของพนักงาน
 ขับริดยกที่คลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง โดยเรียงตามวัตถุประสงค์ของ
 การวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยในการใช้เครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

1. การออกแบบและพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ในการลดอุบัติเหตุการณ์ของ
 พนักงานขับริดยกที่คลังสินค้า ในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

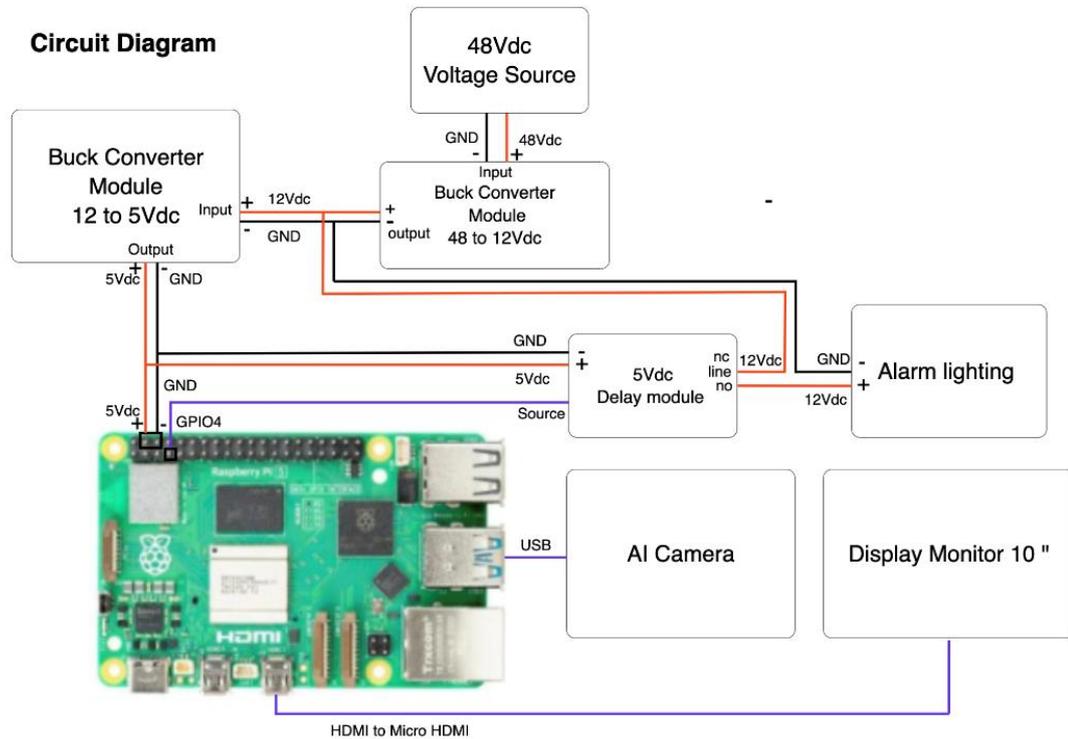
1.1 การพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

ในการวิจัยครั้งนี้ได้มีการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบกล้องปัญญาประดิษฐ์ โดยมี
 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวิจัยดังแสดงในภาพที่ 21 สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ใน
 ตำแหน่งรถยกดังแสดงในภาพที่ 22 โดยมีรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยดังนี้

ระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์



ภาพที่ 21 สถาปัตยกรรมของระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์
 ที่มา: ปฐมพงษ์ หอมศรี (2567)



ภาพที่ 23 การเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าที่ใช้กับ Raspberry Pi 5 ในระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์
ที่มา: ปฐมพงษ์ หอมศรี (2567)

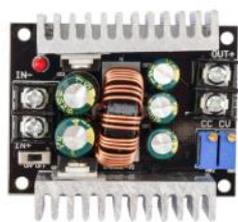
4. การประมวลผลระบบคลาวด์ (Cloud Operating System) บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Stable Version) โปรแกรมที่ใช้ Docker Engine

5. อัลกอริทึมที่ใช้ในการวิจัยใช้ YOLO (You Only Look Once) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 2016 โดย Joseph Redmon และคนอื่น ๆ ให้มีรูปแบบการทำงานเป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบขั้นเดียวที่สามารถสร้างชั้นของวัตถุและจัดระเบียบกล่องรอบวัตถุเพื่อทำนายความน่าจะเป็นของประเภทวัตถุจากข้อมูลรูปภาพได้อย่างรวดเร็ว YOLO มีหลายรุ่น อัลกอริทึม YOLOv5 มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีกว่า YOLOv4 และ YOLOv3 ที่มีความเร็วในการทำงานใกล้เคียงกับ YOLOv4 แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาเป็น YOLOv8 โดย Glenn Jocher ซึ่งมีประสิทธิภาพในการตรวจจับและจำแนกวัตถุได้ดีกว่า YOLOv5 มีความแม่นยำและรวดเร็วกว่า อีกทั้งยังถูกพัฒนาให้สามารถติดตามวัตถุรวมทั้งทำนายวัตถุแบบแบ่งส่วนรูปภาพด้วยตัวมันเองได้ (อัฐพงศ์ สังข์เพชร และ วีระ สอึ้ง, 2566) นอกจากนี้ YOLOv8 ยังมีโมเดลอีก 5 ตัวให้เลือกใช้งานโมเดลแต่ละตัวก็จะแตกต่างกันไป เช่น โมเดล n มีความเร็วกว่าตัวโมเดล x ที่เป็นโมเดลขนาดเล็กกว่าแม่นยำมากกว่าโมเดล n เพราะเป็นโมเดลที่มีขนาดใหญ่กว่า

6. อื่น ๆ เช่น กล่องควบคุม โมดูลสแต็ปดาว์นตัวแปลงแรงดันไฟฟ้า DC ขนาด 20 แอมป์ สำหรับแปลงกระแสไฟฟ้า DC 6-40 โวลต์ เป็น 1.2-3.6 โวลต์ (Buck converter) โมดูลแปลงเพาเวอร์ซัพพลาย 48 โวลต์ เป็น 12 โวลต์ ขนาด 30 แอมป์ และดีเลย์โมดูล ขนาด 5 โวลต์ดีซี ขนาด 1 แชนแนล

รายละเอียดภาพรวมของอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์แสดงดังภาพที่ 24

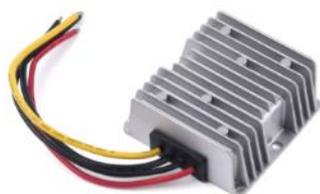
รายการอุปกรณ์



โมดูลสแต็ปดาว์น ตัวแปลงแรงดันไฟฟ้า DC ขนาด 20A สำหรับแปลงกระแสไฟฟ้า DC 6-40 โวลต์ เป็น 1.2-3.6 โวลต์ (Buck converter)



Raspberry Pi 5 (ตัวควบคุม)



โมดูลแปลงพาวเวอร์ซัพพลาย 48V เป็น 12V 30A



AI Camera



Delay module ขนาด 5Vdc / 1 Chanel



Alarm lighting / 12VDC

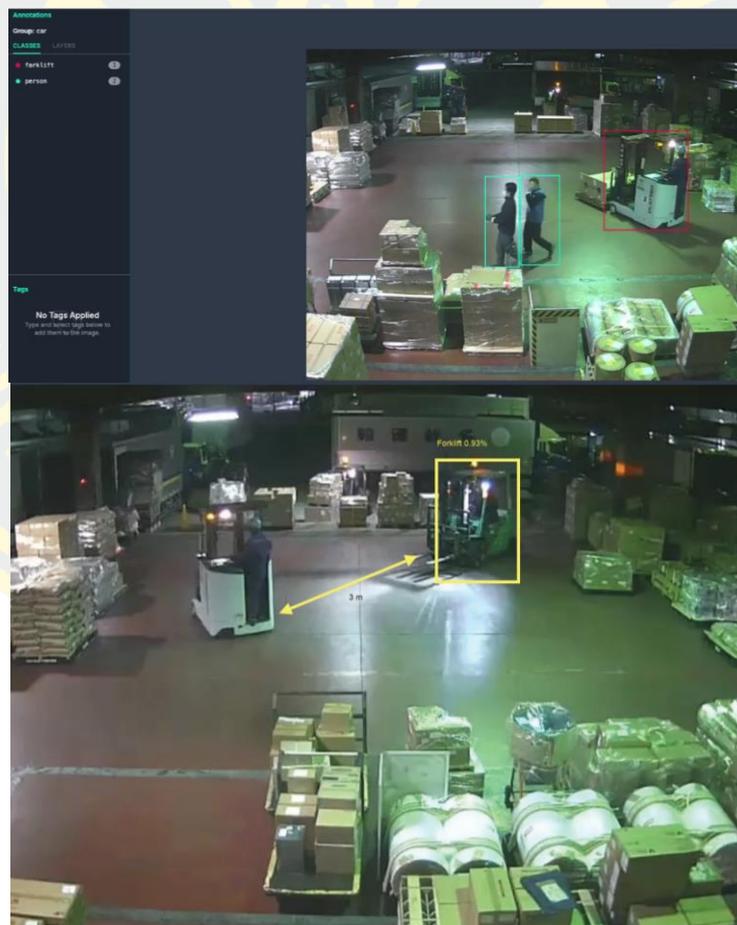
ภาพที่ 24 ชุดรายละเอียดอุปกรณ์ในการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์
ที่มา: ปฐมพงษ์ หอมศรี (2567)

1.2 การเขียนและการทดสอบโปรแกรม

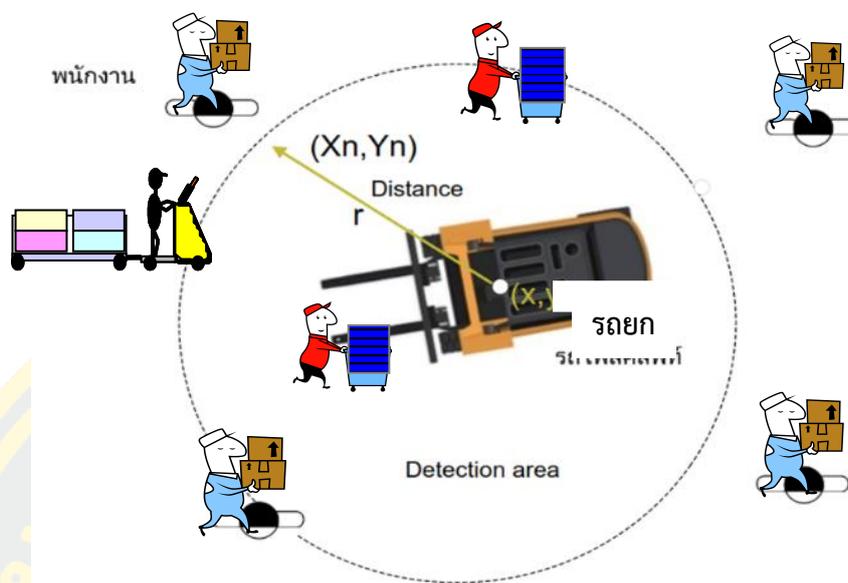
การเขียนโปรแกรมปัญญาประดิษฐ์และเครื่องมือต่าง ๆ ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม NestJS ในปัจจุบัน การพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้ Angular และ การเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) ร่วมกันสามารถสร้างโซลูชันที่ซับซ้อนและทรงพลัง โดย Angular ถูกใช้สำหรับพัฒนา Frontend (ส่วนติดต่อผู้ใช้) และ Deep learning (การเรียนรู้เชิงลึก) ช่วยในด้านการประมวลผลข้อมูลที่ซับซ้อน บทบาทของ Angular framework สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันแบบ Frontend ซึ่งให้ความสะดวกในการสร้าง กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้ (User graphic) ที่ตอบสนองเร็ว (Responsive) และรองรับการทำงานแบบเรียลไทม์

การเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ที่ใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural networks) หลายชั้นในการเรียนรู้ข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น การจำแนกภาพ การวิเคราะห์ข้อความ และการคาดการณ์ข้อมูล Angular Deep Learning with Python และ Ionic มาใช้ในการเขียนโปรแกรม AI มี YOLOv8 หรือ You Only Look Once ที่เป็นอัลกอริทึมการตรวจจับวัตถุเชิงป้องกัน (Isailovic et al, 2021) สำหรับการปรับแต่งโมเดลจะใช้ภาษา Python ทำการปรับแต่งโมเดล YOLOv8 ในการเตรียมชุดข้อมูล หรือ Data Set สำหรับแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์จะใช้เครื่องมือโรโบฟลว์ (Roboflow) ช่วยให้แอปพลิเคชันสามารถประมวลผลภาพ เพื่อใช้ในการทำ Data Labelling เพื่อจำแนกประเภทของข้อมูลรูปภาพให้ชัดเจนว่าเป็นข้อมูลประเภทไหน ในที่นี้จะจำแนกเป็นคน และรถยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 25 จากนั้นจะนำชุดข้อมูล หรือ Data set ทำการฝึกโมเดล หรือ Training model การฝึกโมเดลเมื่อทุกอย่างพร้อมแล้วสามารถเริ่มฝึกโมเดล YOLOv8 โดยใช้คำสั่งจากคลังโปรแกรมหรือ Library ในส่วนของ Ultralytics ซึ่งเป็นบริษัทและแพลตฟอร์มที่มุ่งเน้นด้านการพัฒนาโซลูชัน AI โดยเฉพาะในด้าน Computer Vision หรือการประมวลผลภาพด้วย AI ซึ่งเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายในทีมพัฒนาด้วย YOLOv8 ซึ่งเป็นเวอร์ชันล่าสุดของโมเดล YOLO ที่พัฒนาโดย Ultralytics มีประสิทธิภาพสูงในด้านการตรวจจับวัตถุ (Object Detection) การแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation) และการจัดหมวดหมู่ภาพ (Image Classification) โมเดลสำหรับการตรวจจับวัตถุที่มีประสิทธิภาพสูงและใช้งานง่าย ในการฝึกโมเดล YOLOv8 เราจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือการฝึกโมเดล 0-1 เมตร และ 1-3 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 26 โค้ดในส่วนของระบบกล้องดิจิทัล AI จะใช้ OpenCV-Python Library ที่ติดตั้งไว้ใน Raspberry Pi 5 เป็นบอร์ดควบคุมทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์อูบุนตุ (Linux Ubuntu) ทำหน้าที่ในการประมวลผลชุดคำสั่ง AI เชื่อมต่ออุปกรณ์กล้องดิจิทัล AI และ USB 4G/5G Router และเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างชุดอุปกรณ์ และ API ที่ติดตั้งไว้ที่คลาวด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการส่งข้อมูลไปแสดงผลยังระบบเว็บไซต์ สำหรับการเชื่อมต่อกับกล้องดิจิทัล AI จะใช้สาย USB ต่อไปยัง Raspberry Pi 5 และทำการกำหนดระยะจุดติดตั้งกล้องดิจิทัลเพื่อที่จะทำการตรวจจับวัตถุให้สอดคล้องกับการ

ทำงานจริง ซึ่งการทำงานจะใช้ VDO Frame แรกที่ตรวจจับได้แล้วทำการส่งไปยังปัญญาประดิษฐ์ เพื่อวิเคราะห์ด้วย YOLOv8 แล้วส่งข้อมูลกลับมายัง Open CV แล้วทำการบันทึกและแสดงรูปภาพที่ตรวจจับได้แสดงผลไปยังจอมอนิเตอร์ และเว็บไซต์ กล้องส่งสัญญาณ 5G ไปยังระบบคลาวด์ USB 4G/5G Router เพื่อเชื่อมต่อกับระบบโมบายเน็ตเวิร์ค โดยการส่งข้อมูลไปยังคลาวด์จะประกอบด้วย ชุดข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบโครงสร้าง JSON ซึ่งประกอบไปด้วยชุดข้อมูล ตัวอักษร (String) และรูปภาพที่เข้ารหัสเป็น Base 64 โดยการส่งข้อมูลจะทำการส่งผ่านชุดโปรโตคอล TCP/IP และเข้ารหัสข้อมูล ให้ความปลอดภัยโดยใช้ SSL (HTTPS) แบบ RESTful API โดยฝั่งปัญญาประดิษฐ์ จะทำการส่งชุดข้อมูลที่ตรวจสอบได้ไปยังคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ ด้วยภาษา Python ทำการร้องขอไปยัง API Endpoint ที่ถูกติดตั้งไว้ที่คลาวด์เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งได้ติดตั้ง Node.js ที่ทำหน้าที่เป็น Java Runtime Environment (JRE) เพื่อใช้ประมวลผล API ดังแสดงการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าของ USB 4G/5G Router



ภาพที่ 25 การเตรียมข้อมูลสำหรับฝึกปัญญาประดิษฐ์ (Train Artificial Intelligence)
ที่มา: คลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง (2567)



ภาพที่ 26 การกำหนดพื้นที่และเงื่อนไขในการตรวจจับการคำนวณระยะห่างระหว่างคนและรถยก
ที่มา: ปฐมพงษ์ หอมศรี (2567)

หลังจากทำการทดสอบระบบแล้วมีประสิทธิภาพของระบบมีประสิทธิภาพ (Mean Average Precision : mAP) ร้อยละ 85.35 ซึ่งเป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถจำแนกและบ่งชี้ชนิดของวัตถุได้อย่างแม่นยำ เมื่อทดสอบประสิทธิภาพโมเดลจนเป็นที่มั่นใจว่าสามารถนำไปใช้งานได้ อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว จึงนำไปติดตั้งและทดสอบกับพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้า

2. แบบสอบถาม สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลที่เป็นแบบสอบถามลักษณะข้อคำถามเป็นลักษณะ ปลายเปิดและปลายปิด (Open-ended and Closed-ended Questionnaires) ประกอบด้วย ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ ระยะเวลาการทำงาน (ชั่วโมงต่อวัน) ตำแหน่งงาน ประสบการณ์ทำงาน (ปี) โรคประจำตัวและยาที่รับประทาน การอบรมการขับรถยกไฟฟ้า และการทบทวนการช้ยกไฟฟ้า และตำแหน่งให้คะแนน โดยการเติมค่าและเลือกตอบ จำนวน 8 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

การวิจัยครั้งนี้มีการใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการประเมินระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง ประกอบไปด้วยคำถามความพึงพอใจ 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น
2. ด้านความเข้ากันได้ของระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์กับระบบงานที่ปฏิบัติงาน
3. ด้านประสิทธิผลในการจัดทำระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์นี้ จะใช้วัดระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการใช้งานกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ โดยมีข้อคำถามที่สามารถเลือกตอบที่ตรงกับความคิดเห็นของผู้ใช้งานมากที่สุด จำนวน 12 ข้อ

วิธีการตอบแบบสอบถามและการให้คะแนนโดยมีลักษณะเป็นแบบมาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Likert scale) โดยระดับความพึงพอใจที่วัดแบ่งออกเป็น 3 ระดับ (สรชัย พิศาลบุตร, เสาวรส ใหญ่สว่าง, และ ปรีชา อัครเดชาบุตร, 2556) คือ

คะแนน 3	หมายถึง	ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ ดี
คะแนน 2	หมายถึง	ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ ปานกลาง
คะแนน 1	หมายถึง	ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ พอใช้

การนำคะแนนข้างต้นมาใช้อธิบายตัวแปรเพื่อจำแนกให้เป็นกลุ่มที่แตกต่างกัน จะใช้คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเป็นเกณฑ์ในการจำแนก โดยใช้การจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธีการคำนวณช่วงกว้างระหว่างชั้น ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ช่วงกว้างระหว่างชั้น} &= \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} \\ \text{จะได้ช่วงกว้างระหว่างชั้น} &= \frac{3 - 0}{3} \\ &= 1.00 \end{aligned}$$

ดังนั้นช่วงกว้างระหว่างชั้นมีค่าเท่ากับ 1.00 เมื่อกำหนดความสำคัญของคะแนนมี 3 ระดับ ระดับคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง ดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ระดับคะแนนความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

คะแนนเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจในการใช้ระบบกล้องปัญญาประดิษฐ์
2.01–3.00	ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ ดี
1.01–2.00	ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ ปานกลาง
0.00–1.00	ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับ พอใช้

3. แบบบันทึกการเกิดอุบัติเหตุ (Incident report)

แบบบันทึกสถิติการเกิดอุบัติเหตุในแต่ละวันก่อนการใช้ระบบกล่องระบบดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ ประเมินโดยเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับหัวหน้างานของแผนก คลังสินค้า ทำการบันทึกอุบัติเหตุ บันทึกลงเป็นรายวัน (รายละเอียดในภาคผนวก)

การตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้นำระบบกล่องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์หาคำคุณภาพของเครื่องมือ ประเมินหาความตรงเชิงเนื้อหา (Context validity) และเชิงโครงสร้าง (Structure validity) นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบความถูกต้อง และความครอบคลุมของเนื้อหาที่ต้องการศึกษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดตามภาคผนวก) ที่มีความรู้และประสบการณ์ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา เชิงโครงสร้างของเครื่องมือวิจัย ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญลงความเห็น และให้คะแนนเป็นรายชื่อในประเด็นที่ใช้สอบถาม และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence: IOC) ระหว่างข้อสอบถามกับตัวแปรดังนี้

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	R	คือ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
	$\sum R$	คือ ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	คือ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

จากนั้นนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence: IOC) ของข้อคำถามโดยที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าระหว่าง 0.66-1.00 ซึ่งแสดงว่าข้อคำถามทุกข้อ หรือประเด็นที่จะทำการรวบรวมข้อมูลมีความตรงและสามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัย แบ่งเป็น ก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล และระยะการเก็บข้อมูล ให้ทราบถึงรายละเอียดของเครื่องมือในการวิจัยให้ตรงกัน โดยมีรายละเอียดในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ระยะก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล

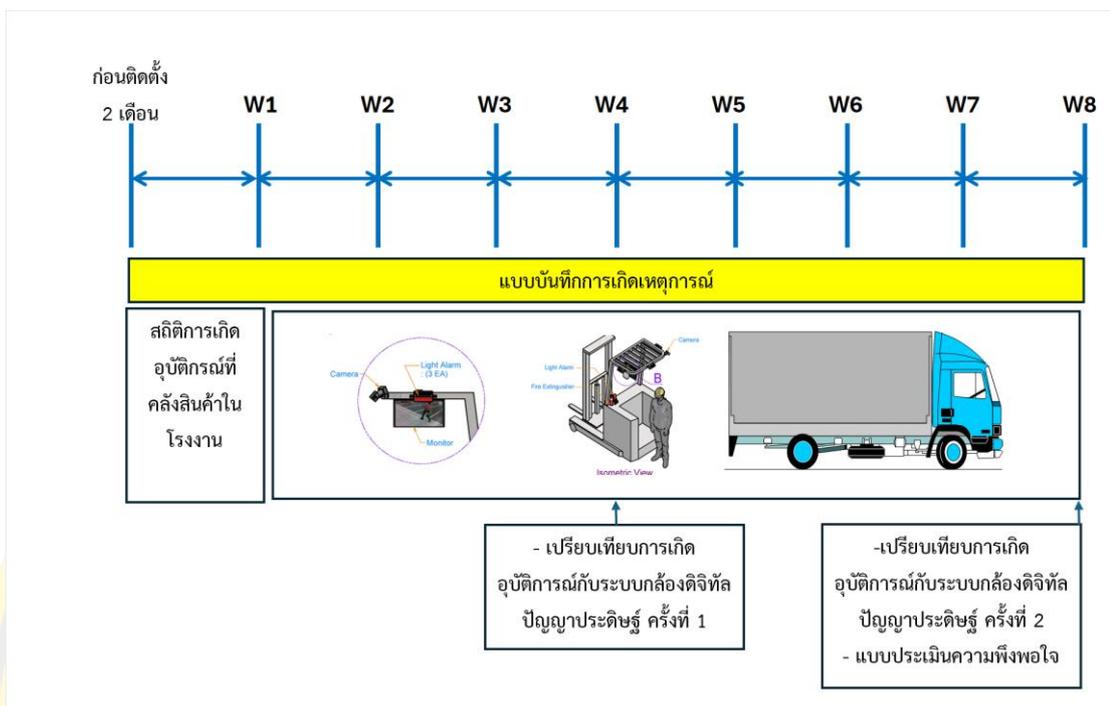
- 1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเขียนโครงร่างงานวิจัย
- 1.2 นำเสนอโครงร่างงานวิจัย
- 1.3 ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุมัติในการทำวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลในพนักงาน และขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม พร้อมทั้งลงชื่อแสดงความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร หรือระบบอิเล็กทรอนิกส์ หลังจากนั้นผู้วิจัยทำการตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้องของข้อมูลในแบบสอบถาม เตรียมพร้อมในการเก็บรวบรวมข้อมูลภายหลัง
- 1.4 ได้รับพิจารณาทางจริยธรรมจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์ จากทางมหาวิทยาลัยบูรพา

2. ระยะการเก็บข้อมูล

ระยะการเก็บรวบรวมข้อมูลจะเป็นการเก็บข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 พัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์และเมื่อใช้ระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

พัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าในบริษัท ผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง มีพนักงานจำนวน 3 คน ทำหน้าที่ขับรถยกที่คลังสินค้า โดยศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์และเลือกอุปกรณ์พร้อมกับการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ที่หน้างานในพื้นที่จุดขนถ่ายสินค้า (Dock load) โดยมีรายละเอียดของระยะเวลาการเก็บข้อมูลการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 27



ภาพที่ 27 รายละเอียดของการวิจัยแบบ Quasi-experimental study: One group
ที่มา: ปฐมพงษ์ หอมศรี (2567)

1. ทำการบันทึกสถิติการเกิดอุบัติเหตุด้วยแบบบันทึกการเกิดอุบัติเหตุที่คลังสินค้า
ในโรงงานประกอบรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง รวมเวลา 2 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม -
เดือนสิงหาคม 2567
2. ทำการติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ที่รถยนต์เพื่อทำการบันทึกการเกิด
อุบัติเหตุเมื่อสิ้นสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 จะทำการเปรียบเทียบจำนวนอุบัติเหตุระหว่างการ
บันทึกด้วยเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับหัวหน้างาน (จป. หัวหน้างาน) กับกล้องดิจิทัล
ปัญญาประดิษฐ์
3. เมื่อสิ้นสัปดาห์ที่ 8 จะทำการประเมินความพึงพอใจของพนักงานขับรถที่คลังสินค้า
ในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง หลังการใช้งานระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลการประเมินระดับความพึงพอใจของพนักงานขับรถที่ คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัยกลุ่มตัวอย่าง ประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบ
กล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ของพนักงานที่คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง
โดยใช้แบบสอบถาม วัดจากตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน หน้าที่ของระบบที่ถูกต้อง และด้าน

การใช้งาน โดยประเมินจากผู้ที่ทำแบบทดสอบการใช้งานระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เท่านั้น มีรายละเอียดการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น มีรายละเอียดสอบถามความพึงพอใจในด้านความสะดวก รวดเร็วมากขึ้น การได้รับความรู้และประสบการณ์ใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานเพิ่มขึ้น และการปฏิบัติงานต่อการใช้งานระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เป็นที่ยอมรับจากองค์กรมากขึ้น เพียงใด

ส่วนที่ 2 ความเข้ากันได้ของระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์กับระบบงานที่ปฏิบัติมีรายละเอียดด้านความสอดคล้องกับระบบการทำงานเดิม การช่วยสนับสนุนเป็นระบบที่ดีขึ้น และผู้ใช้สามารถนำประสบการณ์ในการปฏิบัติงานมาประยุกต์ใช้ได้อย่างสัมฤทธิ์ผล

ส่วนที่ 3 ประสิทธิภาพในการจัดทำระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ มีรายละเอียดด้านเพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน สามารถตรวจจับและแจ้งเตือนได้อย่างแม่นยำ มีความรวดเร็วในการตรวจจับและส่งสัญญาณแจ้งเตือน และเพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังการเกิดอุบัติเหตุได้อย่างได้ผล

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในการวิจัย มนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ก่อนทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีหมายเลขใบรับรองที่ IRB3-018/2567 ลงวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

ผู้วิจัยจะได้เข้าไปชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และแจ้งกลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงการพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง เข้าใจถึงการพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่างโดยเคารพสิทธิ์ส่วนบุคคลในการเข้าร่วมหรือถอนตัวระหว่างการทำวิจัยซึ่งจะไม่เกิดผลเสียหายใด ๆ ต่อกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะปกปิดเป็นความลับ การนำเสนอข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง นำเสนอในภาพรวม ไม่มีการระบุชื่อหน่วยงาน ชื่อ และนามสกุล ของกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างทุกคนมีความยินดีเข้าร่วมในการศึกษาวิจัยได้ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยสมัครใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการนำเอาข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาคำตอบตามประเด็นปัญหาการวิจัย โดยสามารถแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ จำแนกเป็น

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) เพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูล ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งงาน ระยะเวลาการช้บรดยก (ชั่วโมงต่อวัน) ประสบการณ์ในการทำงาน โรคประจำตัวและยาที่รับประทาน การอบรมการช้บรดยกอย่างถูกวิธีและปลอดภัย และการทบทวนการช้บรดยก โดยใช้จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด

2. สถิติเชิงอนุมาน (Non-parametric statistic) ใช้ Wilcoxon signed-rank test สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนอุบัติเหตุจากแบบบันทึกการเกิดอุบัติเหตุก่อนและหลังการใช้กล่องระบบดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ของพนักงานช้บรดยกที่คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

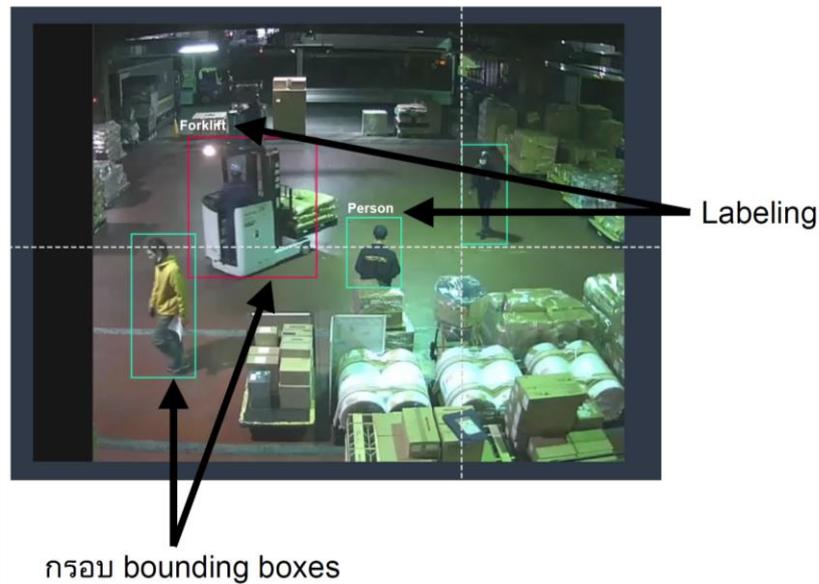
ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาการพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติเหตุของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง โดยศึกษาจากจำนวนประชากรกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม จำนวนพนักงาน 3 คน แบบจำเพาะเจาะจงจากพนักงานขับรถยกในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง ทดลองการติดตั้งและเก็บข้อมูลในระหว่างเดือนมีนาคม - เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2567 ผู้วิจัยนำผลข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ซึ่งผลการวิจัยได้นำเสนอในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยายโดยมีลำดับการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาบบกล้องปัญญาประดิษฐ์และการทดสอบโปรแกรม
2. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง
3. การเปรียบเทียบจำนวนอุบัติเหตุก่อนและหลังการพัฒนาบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์
4. ระดับความพึงพอใจของพนักงานขับรถยกหลังจากติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

1. ผลพัฒนาบบกล้องปัญญาประดิษฐ์และทดสอบโปรแกรม

YOLOv8 ในการเตรียมข้อมูลสำหรับแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์จะใช้เครื่องมือโรโบฟลว์ (Roboflow) ช่วยให้แอปพลิเคชันสามารถประมวลผลภาพเพื่อใช้ในการทำ Data Labelling เพื่อจำแนกประเภทของข้อมูลรูปภาพให้ชัดเจนว่าเป็นข้อมูลประเภทไหน ในที่นี้จะจำแนกเป็นคน และรถยก ดังที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้แล้ว ในการฝึกโมเดลผู้วิจัยจะใช้ชุดของข้อมูล รูปภาพ ของ คน และ รถยกที่มีขนาดความละเอียด อยู่ที่ Image size = 640 Pixel, Batch = 16 pixel จำนวนการ Train อยู่ที่ 500 รอบ โดยที่เทคนิคที่ผู้วิจัยใช้จะไม่มีการกำหนดมุมกล้อง และ ระยะของกล้อง ที่ใช้ในการฝึก โดยผู้ฝึกจะทำการฝึก AI ให้สามารถตรวจจับคน (Human) และรถยก (Stacker truck) ได้เท่านั้น โดยการมีเงื่อนไขการการตรวจจับคนและรถยก ต้องมีค่าความเชื่อมั่นหรือค่า Confidence score มากกว่า 0.9 ขึ้นไปเท่านั้น ส่วนระยะทางระหว่างรถยกกับคนจะใช้วิธีการนำรูปร่างมาคำนวณหา Marker โดย Marker จะใช้คน และกล้องจะติดตั้งไว้ที่รถยก เพื่อใช้อ้างอิงตำแหน่งในการคำนวณหา ระยะทางที่ระยะ 1 เมตร โดยระยะทางจะคำนวณจากขนาดของ Bounding boxes ที่ระยะ 1 เมตร โดยการใช้สมมติฐาน ขนาดของ Bounding boxes ของวัตถุ (คน) ที่ถูกตรวจจับจะมีขนาดไม่เท่ากัน

ขึ้นอยู่กับระยะทาง วัตถุที่อยู่ไกลจะมี Bounding boxes ที่เล็กกว่า วัตถุที่อยู่ใกล้กว่าเสมอ โดยที่รูปที่ใช้ตรวจจับกับรูปร่างจะต้องมีขนาดความกว้างและความสูงเท่ากัน การคำนวณระยะทางจะใช้ตัวแปร focalLength1m อ้างอิงที่ระยะ 1 เมตรที่ได้จากการคำนวณ มาใช้เป็น factor ตามสูตร ความกว้างของรูปร่างที่ factor/ ความกว้างของรูปที่ตรวจจับ



ภาพที่ 28 ทดสอบระบบก่อนนำมาใช้งานระดับความเชื่อมั่น (Confidential level) ตั้งแต่ร้อยละ 50-90 เป็นระยะเวลา 2 เดือน
ที่มา: ปฐมพงษ์ หอมศรี (2567)

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบโดยทำการการรันอัลกอริทึม YOLOv8 ก่อนนำมาใช้งาน อัลกอริทึม YOLOv8 สำหรับการทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น (Confidential level) ตั้งแต่ร้อยละ 50-90 ใช้ระยะเวลา 2 เดือน ผลลัพธ์ที่ได้สามารถตรวจจับวัตถุที่เป็นคน (Human detect object) ได้เท่ากับร้อยละ 100 ที่ระดับความเชื่อมั่น (Confidential level) ร้อยละ 90 หลังจากนั้นจึงได้ทำการบันทึกผลลงในระบบและมีประสิทธิภาพความแม่นยำ (Mean Average Precision: mAP) อยู่ที่ร้อยละ 85.35 เมื่อทดสอบประสิทธิภาพโมเดลจนเป็นที่มั่นใจว่าสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว จึงนำไปติดตั้งและทดสอบกับพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าและได้ใช้ค่าความแม่นยำ (Precision) ของการตรวจจับวัตถุ (Object Detection) มาใช้ในการอ้างอิง เพื่อสรุปผลดังแสดงในภาพที่ จากการตรวจจับทั้งหมดที่ระยะ 0-3 เมตร มีการตรวจจับได้ทั้งหมด 784 ครั้ง แยกเป็นเสี่ยงเกิดอุบัติเหตุ จำนวน 773 ครั้ง และเกิดอุบัติเหตุ จำนวน 11 ครั้ง

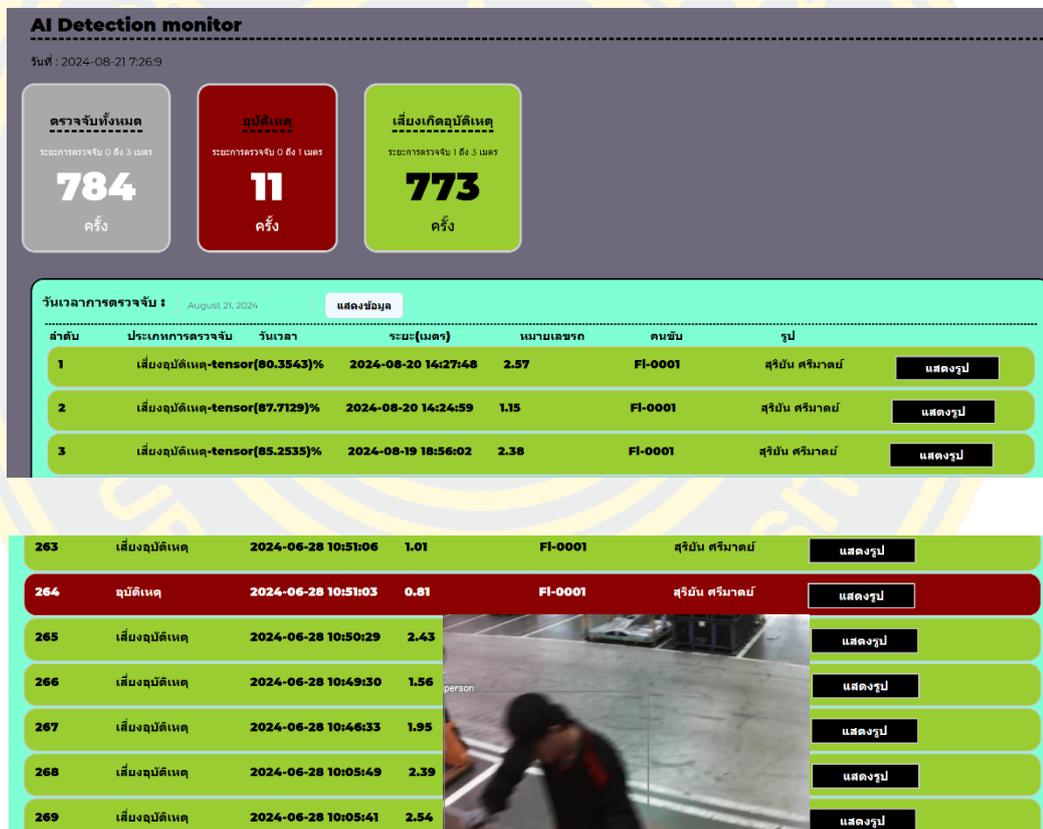
```

YOLOv8n summary (fused): 168 layers, 3,006,038 parameters, 0 gradients, 8.1 GFLOPs
Class      Images  Instances  Box(P   R   mAP50  mAP50-95)
  all       165     425        0.999  0.992  0.995   0.888
  forklift  135     240        0.998  1       0.995   0.902
  person    107     185        0.999  0.984  0.995   0.874
Speed: 0.5ms preprocess, 3.0ms inference, 0.0ms loss, 5.6ms postprocess per image

```

ภาพที่ 29 การรันอัลกอริทึม YOLOv8

ที่มา: ปฐมพงษ์ หอมศรี (2567)



ภาพที่ 30 เมื่อพนักงานเข้าใกล้รถระยะน้อยกว่า 1 เมตร (อุบัติเหตุ)

ที่มา: ปฐมพงษ์ หอมศรี (2567)

จากข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับในระหว่างช่วงการทดสอบเสร็จสิ้นใช้ระยะเวลา 2 เดือน (ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม – มิถุนายน 2567) มีค่าความแม่นยำ (Precision) ที่ได้จากการตรวจจับสูงเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าโมเดล AI ที่ได้ทำการฝึกและนำมาใช้ในการตรวจจับและ

ใช้เพื่อแจ้งเตือนกรณีคนเข้าใกล้รถยกขณะที่รถยกอยู่ระหว่างการทำงาน (ภายในรัศมีของรถยก) นั้นสามารถใช้งานได้จริงและช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุได้จริง

2. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อมูลส่วนบุคคล (n = 3)	จำนวน	ร้อยละ
อายุ (ปี)		
30	2	66.7
35	1	33.3
ค่าเฉลี่ย (\pm S.D.)	31.7 (\pm 2.88)	
ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	30 - 35	
ระดับการศึกษา		
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	3	100.0
ระยะเวลาการขับรถยก (ชั่วโมงต่อวัน)		
10	3	100.0
ประสบการณ์ทำงาน (ปี)		
8	1	33.3
10	2	66.7
โรคประจำตัว		
มี	0	0.0
ไม่มี	3	100.0
อบรมการขับรถยก		
มี	3	100.0
ไม่มี	0	0.0
ทบทวนการขับรถยก		
มี	3	100.0
ไม่มี	0	0.0

3. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ของพนักงานขับรถยกคลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

3.1 จำนวนอุบัติเหตุ

ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยองโดยทำการเปรียบเทียบจำนวนอุบัติเหตุก่อนและหลังติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ มีจำนวนอุบัติเหตุก่อนการติดตั้งมีจำนวน 2 ครั้งในระยะเวลาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2567 เป็นระยะเวลา 2 เดือนและหลังติดตั้งกล้องปัญญาประดิษฐ์ตั้งแต่อีกเดือนกรกฎาคม - สิงหาคม 2567 ไม่พบจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ดังแสดงผลในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนอุบัติเหตุก่อนและหลังการพัฒนาระบบกล้องดิจิทัล

เดือนที่ทำการทดสอบ	จำนวนอุบัติเหตุการณ์ (ครั้ง)	
	ก่อนติดตั้งกล้องดิจิทัล	หลังติดตั้งกล้องดิจิทัล
กรกฎาคม 2567 (W1-W4)	1 (พ.ค. - มิ.ย. 2567)	0
สิงหาคม 2567 (W5-W6)	1 (พ.ค. - มิ.ย. 2567)	0
รวม	2	0

3.2 จำนวนอุบัติเหตุการณ์ (เหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุ)

ตารางที่ 6 จำนวนอุบัติเหตุการณีก่อนและหลังการพัฒนาาระบบกล้องดิจิทัล

เดือนที่ทำการทดสอบ	จำนวนอุบัติเหตุการณีก่อนและหลังการพัฒนาาระบบกล้องดิจิทัล	
	ก่อนติดตั้งกล้องดิจิทัล	หลังติดตั้งกล้องดิจิทัล
กรกฎาคม 2567		
W1	79	210
W2	96	259
W3	79	214
W4	90	245
สิงหาคม 2567		
W1	93	243
W2	75	170
W3	90	113
W4	140	110
รวม (ก.ค.-ส.ค.)	742	1,567
$\bar{X} \pm SD$	92.7 ± 20.5	195.5 ± 58.6

จำนวนอุบัติเหตุการณีก่อนติดตั้งกล้องดิจิทัลตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - สิงหาคม พ.ศ. 2567 มีจำนวนอุบัติเหตุการณารวมทั้งสิ้น 742 ครั้ง หลังติดตั้งกล้องดิจิทัลมีจำนวนอุบัติเหตุการณารวมทั้งสิ้น 1,567 ครั้ง

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยของจำนวนอุบัติเหตุการณีก่อนและหลังการติดตั้งระบบกล้อง AI

ตัวแปร (ครั้ง)	ระยะการทดลอง	Total	$\bar{X} \pm SD$	Z	p-value
จำนวนอุบัติเหตุการณีก่อน	ก่อนติดตั้ง	742	92.7 ± 20.5	-2.24 ^b	0.025
	หลังติดตั้ง	1,567	195.5 ± 58.6		

b. Based on negative ranks

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนอุบัติเหตุการณีก่อนและหลังการติดตั้งระบบกล้อง AI มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.025$)

4. ระดับความพึงพอใจของพนักงานขับรถยกหลังจากติดตั้งระบบกล้องดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์

ตารางที่ 8 จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามความพึงพอใจ (รายข้อ) ภายหลังจากติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

ข้อคำถาม (n = 3)	ความพึงพอใจต่อประโยชน์ที่ได้รับเพิ่ม					
	ดี		พอใช้		ควรปรับปรุง	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ประโยชน์ที่ได้รับเพิ่ม						
1. การปฏิบัติงานมีความสะดวก	3	100.0	0	0.0	0	0.0
2. การปฏิบัติงานรวดเร็วมากขึ้น	3	100.0	0	0.0	0	0.0
3. การได้รับความรู้ และประสบการณ์ใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานเพิ่มขึ้น	3	100.0	0	0.0	0	0.0
4. การได้ประสบการณ์ใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงาน	3	100.0	0	0.0	0	0.0
ความเข้ากันได้ของระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์						
1. ความสอดคล้องกับระบบการทำงานที่มีอยู่เดิม	3	100.0	0	0.0	0	0.0
2. ช่วยสนับสนุนระบบการทำงานที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น	3	100.0	0	0.0	0	0.0
3. ช่วยในการทำงานของหน่วยงานให้มีระบบชัดเจนมากขึ้น	3	100.0	0	0.0	0	0.0
4. ผู้ใช้สามารถนำประสบการณ์ในการปฏิบัติงานมาประยุกต์ใช้ได้อย่างสัมฤทธิ์ผล	3	100.0	1	25.0	0	0.0
ประสิทธิผลในการทำระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์						
1. เพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน	3	100.0	0	0.0	0	0.0
2. สามารถตรวจจับและแจ้งเตือนได้อย่างแม่นยำ	3	100.0	0	0.0	0	0.0
3. มีความรวดเร็วในการตรวจจับและส่งสัญญาณแจ้งเตือน	3	100.0	0	0.0	0	0.0
4. เพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังการเกิดอุบัติเหตุได้อย่างได้ผล	3	100.0	0	0.0	0	0.0

ระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างภายหลังการใช้งานระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ ส่วนใหญ่ด้านประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มในเรื่องการปฏิบัติงานมีความสะดวก เรื่องการปฏิบัติงานรวดเร็วมากขึ้น และเรื่องการปฏิบัติงานรวดเร็วมากขึ้นมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ร้อยละ 100.0 ด้านความเข้ากันได้ของระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์กับระบบงานที่ปฏิบัติในเรื่องความสอดคล้องกับระบบการทำงานที่มีอยู่เดิม เรื่องช่วยสนับสนุนระบบการทำงานที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเรื่องช่วยในการทำงานของหน่วยงานให้มีระบบชัดเจนมากขึ้นมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ร้อยละ 100.0 และด้านประสิทธิผลในการทำระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ในเรื่องเพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เรื่องสามารถตรวจจับและแจ้งเตือนได้อย่างแม่นยำ มีความรวดเร็วในการตรวจจับและส่งสัญญาณแจ้งเตือน เรื่องเพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังการเกิดอุบัติเหตุอย่างได้ผลมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ร้อยละ 100.0

ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับความพึงพอใจภายหลังจากติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

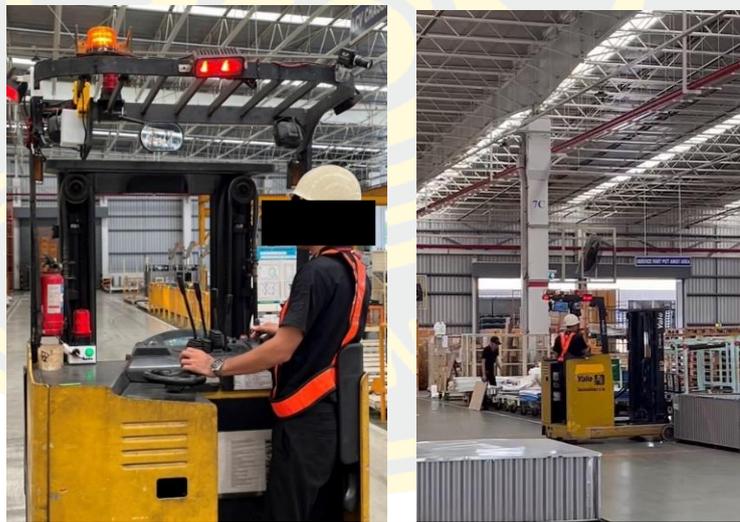
	ระดับความพึงพอใจ		
	ระดับต่ำ	ระดับปานกลาง	ระดับสูง
	n (%)	n (%)	n (%)
ผลรวมคะแนนความพึงพอใจ	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (100.0)
ค่าเฉลี่ย (\pm S.D.)		35.50 (\pm = 0.0)	
ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด		0 - 36	

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มีระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 100 โดยมีค่าเฉลี่ย 36.0 คะแนน (\pm 0.0) คะแนนสูงสุด 36 คะแนน

พนักงานมีความพึงพอใจต่อการนำระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เนื่องจากก่อนทำการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์พนักงานจะทำการเฝ้าระวังเพื่อเฝ้าระวังการเกิดอุบัติเหตุของพนักงานและสิ่งของที่อยู่ที่ตำแหน่งด้านหลังของรถยกตลอดเวลา ภายหลังการติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์จะสามารถช่วยในการเฝ้าระวังและแจ้งเตือนการเกิดอุบัติเหตุดังกล่าวนี้จะสามารถช่วยให้พนักงานลดการเฝ้าระวังซึ่งจะทำให้พนักงานมองในตำแหน่งด้านหน้ารถยกด้วยความตั้งใจมากยิ่งขึ้นซึ่งจะมีส่วนช่วยให้การขับรถมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ลดความเมื่อยล้าของพนักงานลง และสามารถช่วยลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุลงได้



ภาพที่ 31 ก่อนการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์พนักงานขับรถยกจะเอี้ยวตัวเพื่อเฝ้าระวังการเกิดอุบัติเหตุในตำแหน่งด้านหลังของรถยกตลอดเวลา
 ที่มา: คลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง (2567)



ภาพที่ 32 หลังการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์พนักงานขับรถยกมองจอมอนิเตอร์เพื่อช่วยลดการเอี้ยวตัวในการขับรถยก
 ที่มา: คลังสินค้าชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง (2567)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลองกลุ่มเดียว (Quasi-experimental one group research) เพื่อศึกษาการพัฒนาาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติเหตุของพนักงานขับรถที่คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง โดยศึกษาจากจำนวนประชากรกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม จำนวนพนักงาน 3 คน จากการสุ่มมาจากพนักงานขับรถในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด ทดลองการติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์และเก็บข้อมูลในระหว่างเดือนมีนาคม - เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2567

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คือ พนักงานขับรถที่ปฏิบัติงานในคลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง โดยเป็นกลุ่มที่ปฏิบัติงานโดยใช้รถยกไฟฟ้าเนื่องจากสะดวกติดตั้งและการเชื่อมต่อของระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ การทำงานเพียงกะเดียว คือกะกลางวัน ในการศึกษาค้นครั้งนี้จำนวนทั้งสิ้น 3 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาาระบบกล้องปัญญาประดิษฐ์และทดสอบโปรแกรม

ในการตรวจจับการเกิดอุบัติเหตุโดยใช้กล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาและทำการติดตั้งไว้ที่รถยก เพื่อทำการตรวจจับและเฝ้าระวังเชิงป้องกันการเกิดอุบัติเหตุตามกฎระเบียบข้อบังคับด้านความปลอดภัยของโรงงาน โดย YOLOv8 ต้องการชุดข้อมูลที่มีการระบุตำแหน่งของวัตถุ (bounding boxes) และ ป้ายกำกับ (labels) สำหรับแต่ละวัตถุในภาพชุดข้อมูล จะต้องมีการจัดเตรียมในรูปแบบต่อไปนี้ ได้แก่ ไฟล์ภาพ (Images) เช่น .jpg, .png ไฟล์ข้อความ (Label files) ที่มีข้อมูลเกี่ยวกับแต่ละวัตถุในภาพ โดยมีเงื่อนไขการออกแบบโปรแกรมว่าเมื่อพนักงานเข้าใกล้รัศมีพื้นที่การทำงานของรถยกจะแบ่งออกเป็น 2 เงื่อนไขในการ Training model ได้ กำหนดการ Training Model ไว้ 2 ชุดข้อมูล คือระยะรัศมี 0-1 เมตร ซึ่งกำหนดให้เป็นเกิดอุบัติเหตุ และอีกชุดข้อมูลที่ระยะรัศมี 1-3 เมตร โดยกำหนดให้เป็นความเสี่ยงเกิดอุบัติเหตุ มีไฟหมุนฉุกเฉิน สีแดงแบบ LED ขนาด 4 นิ้ว กระพริบทำงานแจ้งเตือนว่ามีคนอยู่ในระยะรัศมีดังกล่าว การตรวจจับนี้ จะใช้ YOLOv8 หรือ You Only Look Once ที่เป็นอัลกอริทึมการตรวจจับวัตถุเชิงป้องกัน สำหรับการปรับแต่งโมเดลจะใช้ภาษา Python ทำการปรับแต่งโมเดล YOLOv8 ในการเตรียมข้อมูลสำหรับแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์จะใช้เครื่องมือโรโบฟลว์ (Roboflow) ช่วยให้แอปพลิเคชันสามารถ

ประมวลผลภาพเพื่อใช้ในการทำ Data Labelling เพื่อจำแนกประเภทของข้อมูลรูปภาพให้ชัดเจนว่าเป็นข้อมูลประเภทไหน ในที่นี้จะจำแนกเป็นคน และรถยก ดังที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้แล้ว ในการฝึกโมเดลผู้วิจัยจะใช้ชุดของข้อมูล รูปภาพ ของ คน และ รถยกที่มีขนาดความละเอียด อยู่ที่ Image size = 640 Pixel, Batch = 16 pixel จำนวนการ Train อยู่ที่ 500 รอบ โดยที่เทคนิคที่ผู้วิจัยใช้จะไม่มี การกำหนดมุมกล้อง และ ระยะของกล้อง ที่ใช้ในการฝึก โดยผู้ฝึกจะทำการฝึก AI ให้สามารถตรวจจับคน (Human) และรถยก (Stacker truck) ได้เท่านั้น โดยการมีเงื่อนไขการการตรวจจับคน และรถยก ต้องมีค่าความเชื่อมั่นหรือค่า Confidence score มากกว่า 0.9 ขึ้นไปเท่านั้น ส่วนระยะทางระหว่างรถยกกับคนจะใช้วิธีการนำรูปอ้างอิงมาคำนวณหา Marker โดย Marker จะใช้คน และกล้องจะติดตั้งไว้ที่รถยก เพื่อใช้อ้างอิงตำแหน่งในการคำนวณหาระยะทางที่ระยะ 1 เมตร โดยระยะทางจะคำนวณจากขนาดของ Bounding boxes ที่ระยะ 1 เมตร โดยการใช้สมมุติฐาน ขนาดของ Bounding boxes ของวัตถุ (คน) ที่ถูกตรวจจับจะมีขนาดไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับระยะทาง วัตถุที่อยู่ไกลจะมี Bounding boxes ที่เล็กกว่า วัตถุที่อยู่ใกล้กว่าเสมอ โดยที่รูปที่ใช้ตรวจจับกับรูปอ้างอิงจะต้องมีขนาดความกว้างและความสูงเท่ากัน การคำนวณระยะทางจะใช้ตัวแปร focalLength1m อ้างอิงที่ระยะ 1 เมตรที่ได้จากการคำนวณ มาใช้เป็น factor ตามสูตร ความกว้างของรูปอ้างอิงที่ factor/ ความกว้างของรูปที่ตรวจจับ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบโดยทำการการรันอัลกอริทึม YOLOv8 ก่อนนำมาใช้งาน อัลกอริทึม YOLOv8 สำหรับการทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น (Confidential level) ตั้งแต่ร้อยละ 50-90 ใช้ระยะเวลา 2 เดือน ผลลัพธ์ที่ได้สามารถตรวจจับวัตถุที่เป็นคน (Human detect object) ได้เท่ากับร้อยละ 100 ที่ระดับความเชื่อมั่น (Confidential level) ร้อยละ 90 หลังจากนั้นจึงได้ทำการบันทึกผลลงในระบบและมีประสิทธิภาพความแม่นยำ (Mean Average Precision: mAP) อยู่ที่ร้อยละ 85.35 เมื่อทดสอบประสิทธิภาพโมเดลจนเป็นที่มั่นใจว่าสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว จึงนำไปติดตั้งและทดสอบกับพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้าซึ่งได้ใช้ค่าความแม่นยำ (Precision) ของการตรวจจับวัตถุ (Object Detection) มาใช้ในการอ้างอิง การตรวจจับทั้งหมดที่ระยะ 0-3 เมตร มีการตรวจจับได้ทั้งหมด 784 ครั้ง แยกเป็นเสียงเกิดอุบัติเหตุ จำนวน 773 ครั้ง และเกิดอุบัติเหตุ จำนวน 11 ครั้ง

จากข้อมูลที่ได้จากการตรวจจับในระหว่างช่วงการทดสอบเสร็จสิ้นใช้ระยะเวลา 2 เดือน (ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม – มิถุนายน 2567) มีค่าความแม่นยำ (Precision) ที่ได้จากการตรวจจับสูงเกินกว่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าโมเดล AI ที่ได้ทำการฝึกและนำมาใช้ในการตรวจจับและใช้เพื่อแจ้งเตือนกรณีคนเข้าใกล้รถยกขณะที่รถยกอยู่ระหว่างการทำงาน (ภายในรัศมีของรถยก) นั้นสามารถใช้งานได้จริงและช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุได้จริง

2. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายร้อยละ 100 มีอายุ 30 ปี ร้อยละ 66.7 ปี รองลงมา มีอายุ 35 ปี ร้อยละ 33.3 ปี ระดับการศึกษาอยู่ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ร้อยละ 100 มีระยะเวลาการขับรถยนต์ 10 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 100 มีประสบการณ์การทำงาน 10 ปี ร้อยละ 66.7 รองลงมา มีประสบการณ์ทำงาน 8 ปี ร้อยละ 33.3 ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 100 มีการอบรมการขับรถยนต์ ร้อยละ 100 และมีการทบทวนการขับรถยนต์ ร้อยละ 100

3. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการติดตั้งกล่องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ของพนักงานขับรถยนต์คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

3.1 จำนวนอุบัติเหตุ

ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการติดตั้งกล่องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ของพนักงานขับรถยนต์ที่คลังสินค้าในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยองโดยทำการเปรียบเทียบจำนวนอุบัติเหตุก่อนและหลังติดตั้งกล่องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ มีจำนวนอุบัติเหตุก่อนการติดตั้งมีจำนวน 2 ครั้งในระยะเวลาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2567 เป็นระยะเวลา 2 เดือนและหลังติดตั้งกล่องปัญญาประดิษฐ์ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - สิงหาคม 2567 ไม่พบจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ

3.2 จำนวนอุบัติเหตุการณ (เหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุ)

จำนวนอุบัติเหตุการณก่อนติดตั้งกล่องดิจิทัลตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - สิงหาคม พ.ศ. 2567 มีจำนวนอุบัติเหตุการณรวมทั้งสิ้น 742 ครั้ง หลังติดตั้งกล่องดิจิทัลมีจำนวนอุบัติเหตุการณรวมทั้งสิ้น 1,567 ครั้ง

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนอุบัติเหตุการณก่อนและหลังการติดตั้งระบบกล่อง AI มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.025$)

4. ผลวัดระดับความพึงพอใจของพนักงานขับรถยนต์หลังจากติดตั้งระบบกล่องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างภายหลังการใช้งานระบบกล่องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ส่วนใหญ่ด้านประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มในเรื่องการปฏิบัติงานมีความสะดวก เรื่องการปฏิบัติงานรวดเร็วมากขึ้น และเรื่องการปฏิบัติงานรวดเร็วมากขึ้นมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ร้อยละ 100.0 ด้านความเข้ากันได้ของระบบกล่องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์กับระบบงานที่ปฏิบัติในเรื่องความสอดคล้องกับระบบการทำงานที่มีอยู่เดิม เรื่องช่วยสนับสนุนระบบการทำงานที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเรื่องช่วยในการทำงานของหน่วยงานให้มีระบบชัดเจนมากขึ้นมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ร้อยละ 100.0 และด้านประสิทธิผลในการทำระบบกล่องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ในเรื่องเพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เรื่องสามารถตรวจจับและแจ้งเตือนได้อย่างแม่นยำ

มีความรวดเร็วในการตรวจจับและส่งสัญญาณแจ้งเตือน เรื่องเพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังการเกิดอุบัติเหตุอย่างได้ผลมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ร้อยละ 100.0

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มีระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 100 โดยมีค่าเฉลี่ย 36.0 คะแนน (+ 0.0) คะแนนสูงสุด 36 คะแนน และพนักงานมีความพึงพอใจต่อการนำระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เนื่องจากก่อนทำการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์พนักงานจะทำการเี่ยวตัวเพื่อเฝ้าระวังการเกิดอุบัติเหตุของพนักงานและสิ่งของที่อยู่ตำแหน่งด้านหลังของรถยกตลอดเวลา ภายหลังกการติดตั้งระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์จะสามารถช่วยในการเฝ้าระวังและแจ้งเตือนการเกิดอุบัติเหตุดังกล่าวนี้จะสามารถช่วยให้พนักงานลดการเี่ยวตัวลงซึ่งจะทำให้พนักงานมองในตำแหน่งด้านหน้ารถยกด้วยความตั้งใจมากยิ่งขึ้นซึ่งจะมีส่วนช่วยให้การขับรถมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ลดความเมื่อยล้าของพนักงานลง และสามารถช่วยลดจำนวนการเกิดอุบัติเหตุลงได้

อภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติเหตุของพนักงานขับรถยกในคลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อมการทำงานเพื่อให้ผลการทดลองสามารถเปรียบเทียบได้ระหว่างก่อนและหลังการติดตั้งกล้องปัญญาประดิษฐ์ ในขั้นตอนการทดลอง รถยกที่ใช้เป็นรถยกไฟฟ้าแบบยีนขับ (Stacker Truck) และเส้นทางการวิ่งของรถยกถูกกำหนดให้เป็นเส้นทางประจำที่พนักงานใช้ในงานปกติ การทดลองดำเนินการเฉพาะในกะเช้า เพื่อความสะดวกในการสังเกตการณ์และการประสานงานระหว่างผู้วิจัยกับทีมหัวหน้างาน นอกจากนี้ โรงงานได้ให้ความร่วมมือในการกำหนดเงื่อนไขที่ชัดเจน เช่น การไม่โยกย้ายพนักงานขับรถยกระหว่างการทดลอง เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการทดลอง ทั้งนี้ การดำเนินการดังกล่าวเป็นไปตามข้อตกลงที่ได้กำหนดไว้ร่วมกันระหว่างผู้วิจัยและโรงงาน ในการประชุมเปิดโครงการ (Kick-off Meeting) ซึ่งรวมถึงการกำหนดข้อปฏิบัติเพื่อให้สอดคล้องกับกฎระเบียบของโรงงาน เช่น การควบคุมการเข้า-ออกพื้นที่ และการดูแลรักษาทรัพย์สินภายในคลังสินค้า

Protocol งานวิจัยเกี่ยวกับการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ การดำเนินงานวิจัยนี้เริ่มต้นด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนอุบัติเหตุการณ์ในช่วง 2 เดือนก่อนการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ โดยข้อมูลดังกล่าวรวมถึงจำนวนอุบัติเหตุและเหตุการณ์เกือบอุบัติเหตุ ซึ่งจัดทำโดยเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับหัวหน้างาน (จป.หัวหน้างาน) ผ่านแบบฟอร์มบันทึกการเกิดอุบัติเหตุ

เมื่อดำเนินการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์แล้ว การวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1: สัปดาห์ที่ 1-4

เปรียบเทียบจำนวนอุบัติเหตุการที่บันทึกโดยหัวหน้างานกับข้อมูลที่ได้จากระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

การบันทึกข้อมูลจากหัวหน้างานได้รับมาจากการรายงานของพนักงานขับรถยก

สิ้นสุดสัปดาห์ที่ 4 มีการนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบและชี้แจงผลลัพธ์ให้หัวหน้างานและ

พนักงานขับรถยกทราบ

ระยะที่ 2: สัปดาห์ที่ 5-8

หัวหน้างานยังคงบันทึกจำนวนอุบัติเหตุการเช่นเดิม พร้อมทั้งเก็บข้อมูลจากระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม พ.ศ. 2567 จำนวนอุบัติเหตุการที่บันทึกโดยหัวหน้างานมีแนวโน้มน้อยกว่าข้อมูลจากกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์

สาเหตุที่ข้อมูลจากหัวหน้างานมีความคลาดเคลื่อนอาจมาจากข้อจำกัดในการทำงาน เช่น การสังเกตการณ์ที่ไม่ครอบคลุม

ผลการวิจัยระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์สามารถบันทึกจำนวนอุบัติเหตุการแบบเรียลไทม์ ซึ่งให้ผลแม่นยำกว่าการบันทึกของหัวหน้างานสังเกตว่าในเดือนกรกฎาคม พฤติกรรมการขับรถยกของพนักงานมีความระมัดระวังเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด พนักงานเริ่มปฏิบัติตามข้อระเบียบเกี่ยวกับระยะปลอดภัยที่กำหนดไว้ในโรงงานอย่างเคร่งครัด ส่งผลให้จำนวนอุบัติเหตุการที่บันทึกจากกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ลดลง การติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์จึงมีส่วนช่วยส่งเสริมพฤติกรรมการขับรถยกที่ปลอดภัยและลดอุบัติเหตุการในระยะยาว

การพัฒนาาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ใช้อัลกอริทึม YOLO (You Only Look Once) โดยใช้ YOLOv8 ที่มีโมเดล 5 ตัวในการเลือกใช้งานโดยโมเดลแต่ละตัวก็จะแตกต่างกันไป เช่น โมเดล n มีความเร็วมากกว่าตัวโมเดล x ที่เป็นโมเดลขนาดเล็กกว่าแม่นยำมากกว่าโมเดล n เพราะเป็นโมเดลที่มีขนาดใหญ่กว่าซึ่งเป็นอัลกอริทึมที่ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการตรวจจับและจำแนกวัตถุได้ดีกว่า YOLOv5 ซึ่งเป็นอัลกอริทึมล่าสุดในปัจจุบัน บอร์ดที่ใช้เป็น Raspberry Pi 5 ซึ่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีทุกชิ้นส่วน เช่น หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) หน่วยประมวลผลกราฟิก (GPU) และหน่วยความจำการเข้าถึงโดยสุ่ม (RAM) มีการบูรณาการองค์ประกอบทุกอย่างของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไว้ในชิพเพียงตัวเดียว มีช่องสำหรับการแสดงผลอย่างพอร์ตการเชื่อมต่อชนิดที่สามารถทำหน้าที่รับส่งได้ทั้งสัญญาณภาพและเสียงในตัว มีโมดูล Wireless LAN และ WiFi สำหรับเชื่อมต่อเครือข่ายได้ พอร์ตเอนกประสงค์สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตเพื่อต่ออุปกรณ์เซนเซอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างอื่นได้ (เจตน์นันต์ เจือจันทร์, 2562) เนื่องจาก Raspberry

Pi 5 เป็นรุ่นล่าสุดที่สามารถประยุกต์ร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ที่มีประสิทธิภาพของความเร็วในการประมวลผลได้ดีกว่าทุกรุ่นที่ผ่านมา (Fezari & Al-Dahoud, 2023) ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ อัลกอริทึม YOLOv8n และ บอร์ด Raspberry Pi 5 เป็นรุ่นที่ทันสมัยที่สุดที่จะนำมาใช้ร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ในการวิจัยครั้งนี้

โปรแกรมที่ใช้เขียนเป็นโปรแกรม NestJS Angular Deep Learning with Python และ Ionic มาใช้ในการเขียนโปรแกรม AI มี YOLOv8 หรือ You Only Look Once ที่เป็นอัลกอริทึมการตรวจจับวัตถุเชิงป้องกัน (Isailovic et al., 2021) สำหรับการปรับแต่งโมเดลจะใช้ภาษา Python ทำการปรับแต่งโมเดล YOLOv8 ในการเตรียมข้อมูลสำหรับแพลตฟอร์มปัญญาประดิษฐ์จะใช้เครื่องมือโรโบฟลว์ (Roboflow) ช่วยให้แอปพลิเคชันสามารถประมวลผลภาพ เพื่อใช้ในการทำ Data Labelling เพื่อจำแนกประเภทของข้อมูลรูปภาพให้ชัดเจนว่าเป็นข้อมูลประเภทไหน ในที่นี้จะจำแนกเป็นคน และรถยนต์ ในส่วนของระบบกล้องดิจิทัล AI จะใช้ OpenCV-Python Library ที่ติดตั้งไว้ใน Raspberry Pi 5 เป็นบอร์ดควบคุมทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์อุบุนตุ (Linux Ubuntu) ทำหน้าที่ในการประมวลผลชุดคำสั่ง AI เชื่อมต่ออุปกรณ์กล้องดิจิทัล AI และ USB 4G/5G Router และเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างชุดอุปกรณ์ และ API ที่ติดตั้งไว้ที่คลาวด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการส่งข้อมูลไปแสดงผลยังระบบเว็บไซต์ สำหรับการเชื่อมต่อกับกล้องดิจิทัล AI จะใช้สาย USB ต่อไปยัง Raspberry Pi 5 และทำการกำหนดระยะจุดติดตั้งกล้องดิจิทัลเพื่อที่จะทำการตรวจจับวัตถุ ให้สอดคล้องกับการทำงานจริง ซึ่งการทำงานจะใช้ VDO Frame แรกที่ตรวจจับได้แล้วทำการส่งไปยังปัญญาประดิษฐ์เพื่อวิเคราะห์ด้วย YOLOv8 แล้วส่งข้อมูลกลับมายัง Open CV แล้วทำการบันทึกและแสดงรูปภาพที่ตรวจจับได้แสดงผลไปยังจอมอนิเตอร์ และเว็บไซต์ กล้องส่งสัญญาณ 5G ไปยังระบบคลาวด์ USB 4G/5G Router เพื่อเชื่อมต่อกับระบบโมบายเน็ตเวิร์ค โดยการส่งข้อมูลไปยังคลาวด์จะประกอบด้วยชุดข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบโครงสร้าง JSON ซึ่งประกอบไปด้วยชุดข้อมูล ตัวอักษร (String) และรูปภาพที่เข้ารหัสเป็น Base 64 โดยการส่งข้อมูลจะทำการส่งผ่านชุดโปรโตคอล TCP/IP และเข้ารหัสข้อมูลให้มีความปลอดภัยโดยใช้ SSL (HTTPS) แบบ RESTful API โดยฝั่งปัญญาประดิษฐ์ จะทำการส่งชุดข้อมูลที่ตรวจสอบได้ไปยังคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ ด้วยภาษา Python ทำการร้องขอไปยัง API Endpoint ที่ถูกติดตั้งไว้ที่คลาวด์เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งได้ติดตั้ง Node.js ที่ทำหน้าที่เป็น Java Runtime Environment (JRE) เพื่อใช้ประมวลผล API ดังแสดงการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าของ USB 4G/5G Router

การนำอัลกอริทึม YOLOv8n และ บอร์ด Raspberry Pi 5 ดังกล่าวมาใช้ในการตรวจจับอุบัติเหตุ โดยมีการทดสอบระบบก่อนนำมาใช้งานที่ระดับความเชื่อมั่น (Confidential Level) ร้อยละ 50-90 เป็นระยะเวลา 2 เดือน ผลลัพธ์ที่ได้สามารถตรวจจับวัตถุที่เป็นคน (Human Detect Object) ได้เท่ากับร้อยละ 100 ที่ระดับความเชื่อมั่น (Confidential Level) ร้อยละ 90 หลังจากนั้นจึงได้ทำการบันทึกผลลงในระบบและมีประสิทธิภาพความแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 85.35 สอดคล้องกับ

งานวิจัยของคนอื่น ๆ เช่น ปาณิสรา หาดขุนทด, ภัทรพล อาจาอาษา, และ ธนากร แสงกุดเสาะ (2566) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาช่องจอตลอดแบบเรียลไทม์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม YOLO ระบบสามารถตรวจหาช่องจอตลอดและแสดงผลมีค่าร้อยละความถูกต้อง 67.13 และมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนร้อยละสมบูรณ์ 32 นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Lee et al. (2023) ที่ได้มีการใช้โมเดล YOLO มาใช้ในการตรวจจับความเสี่ยงอันตรายจาก 3 ประเภท อุตสาหกรรมร่วมกับกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) เช่น โรงงานผลิตหน้ากาก โรงงานผลิตชิ้นส่วนที่มีความแม่นยำสูง และโรงงานผลิตโครงสร้างเหล็ก สามารถช่วยลดความรุนแรงมากกว่าร้อยละ 95 การพัฒนาเทคนิคดังกล่าวนี้สามารถตรวจจับวัตถุที่เป็นคนได้อย่างแม่นยำเมื่อเข้าใกล้ระยะรัศมีการทำงานตามที่กฎระเบียบข้อบังคับของโรงงานพร้อมแจ้งเตือนพนักงานเป็นไฟสัญญาณฉุกเฉินสีแดงเพื่อให้รับรู้ว่าพนักงานปฏิบัติงานอยู่และเดินเข้าใกล้กับระยะรัศมีที่กำหนดไว้ ทำให้สามารถป้องกันความเสี่ยงอันตรายจากอุบัติเหตุลงได้ และที่สำคัญพนักงานสามารถมองเห็นข้อจำกัดของรถยกได้มากยิ่งขึ้นกว่าเดิม

หลังจากเสร็จสิ้นการประมวลผลภาพด้วยระบบปัญญาประดิษฐ์ YOLOv8 และการเก็บข้อมูล ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมของผู้ใช้งานอยู่ในระดับ "มากที่สุด" ซึ่งสะท้อนถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้งานระบบกล้องดิจิทัล AI ดังนี้

1. การเรียนรู้และประสบการณ์ใหม่ พนักงานได้รับความรู้เพิ่มเติมและเปิดรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน
2. ความเข้ากันได้กับกฎระเบียบด้านความปลอดภัย ระบบกล้องดิจิทัล AI สามารถทำงานร่วมกับข้อบังคับด้านความปลอดภัยของโรงงานได้อย่างเหมาะสม
3. ความแม่นยำและรวดเร็วในการตรวจจับและแจ้งเตือน ระบบสามารถตรวจจับและแจ้งเตือนการเกิดอุบัติเหตุได้อย่างรวดเร็ว ช่วยลดข้อจำกัดด้านการมองเห็นในมุมอับของรถยก มีสัญญาณแจ้งเตือนและจอมอนิเตอร์ที่แสดงผลให้พนักงานรับทราบ การเพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ลดความจำเป็นในการปิดลำตัวหรือชำเลื่องมองเพื่อเฝ้าระวัง ช่วยตรวจจับพนักงานที่เดินผ่านหรือปฏิบัติงานในรัศมีการทำงานของรถยก แม้ว่ารถยกจะมีแสงไฟเตือนอยู่แล้ว ระบบ AI สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันอุบัติเหตุได้อย่างมีนัยสำคัญ ด้วยประโยชน์และประสิทธิภาพดังกล่าว พนักงานขับรถยกจึงยอมรับและเห็นด้วยกับการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาใช้งานเพื่อสร้างความปลอดภัยที่ดียิ่งขึ้น (อภิสร่า คชรัฐแก้วฟ้า, 2566)

โดยรวมแล้ว ผู้วิจัยพบว่าการพัฒนาบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดจำนวนอุบัติเหตุและนำไปประยุกต์ใช้กับพนักงานขับรถยกในคลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง สามารถช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีจุดเด่นดังนี้

1. การเฝ้าระวังอุบัติเหตุการณ์ที่เหนือกว่าไฟเตือนฉุกเฉิน แม้ว่าก่อนหน้านั้นรถจะติดตั้งไฟเตือนฉุกเฉินสีแดงหรือสีน้ำเงิน (Red Zone Safety Lights) ไว้ด้านหน้าและด้านหลังเพื่อปกป้องตำแหน่งของรถในบริเวณปฏิบัติงาน แต่ไฟดังกล่าวเป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มการมองเห็นในพื้นที่ทำงานเท่านั้น ไม่สามารถแยกแยะได้ว่ามีคนหรือสิ่งของอยู่ในบริเวณดังกล่าว ต่างจากระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ที่มีความสามารถในการตรวจจับและจำแนกวัตถุ เช่น คนหรือสิ่งของ แจ้งเตือนด้วยเสียงในกรณีที่เกิดตรวจพบความเสี่ยง
 2. เพิ่มความปลอดภัยในการทำงานของพนักงาน ระบบกล้องดิจิทัล AI ช่วยลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุทั้งสำหรับพนักงานขับรถและพนักงานที่ทำงานอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ด้วยการเฝ้าระวังแบบเรียลไทม์และระบบเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพ
 3. การบันทึกข้อมูลที่มีความละเอียดและแม่นยำ การใช้กล้องดิจิทัล AI ช่วยบันทึกภาพและเหตุการณ์ได้อย่างละเอียดมากกว่าการเฝ้าระวังด้วยมนุษย์ ซึ่งช่วยให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังเพื่อนับจำนวนอุบัติเหตุหรือวัตถุได้อย่างแม่นยำ
 4. เพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันอุบัติเหตุการณ์ในอนาคต ระบบสามารถตรวจจับและเฝ้าระวังเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคนและสิ่งของในพื้นที่เสี่ยงได้ดีขึ้น ซึ่งช่วยให้สามารถระบุแนวทางป้องกันและลดความรุนแรงของอุบัติเหตุการณ์ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การพัฒนาาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์นี้จึงเป็นการเสริมศักยภาพด้านความปลอดภัยในคลังสินค้าอย่างมีนัยสำคัญ ช่วยให้การปฏิบัติงานของพนักงานขับรถและบุคลากรในพื้นที่ที่มีความปลอดภัยยิ่งขึ้นและลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุการณ์ได้อย่างชัดเจน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้

จากข้อค้นพบจากการศึกษาจำนวนการเกิดอุบัติเหตุการณ์ที่ตรวจจับโดยกล้องดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์มีจำนวนที่มากกว่าจำนวนอุบัติเหตุการณ์ที่บันทึกจากคน เนื่องจากการตรวจจับโดยกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์มีความแม่นยำสูง แต่เมื่อพนักงานขับรถมีทักษะและพฤติกรรมในการขับรถที่เพิ่มสูงขึ้น จากการนำกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์มาช่วยเฝ้าระวังในการขับขี่จึงมีแนวโน้มการตรวจจับที่ลดลง ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์เพื่อช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุการณ์ จากการปฏิบัติงานของพนักงานขับรถ ในบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. สำหรับการพัฒนาการประมวลผลภาพปัญญาประดิษฐ์เพื่อยกระดับความปลอดภัยของโรงงานเพิ่มมากขึ้น ควรมีการนำระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ไปติดตั้งเพิ่มในตำแหน่งด้านหน้าและด้านข้างทั้ง 2 ข้าง เพื่อให้สามารถมองเห็นในตำแหน่งต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น และสามารถแยกจอภาพออกเป็น 4 ส่วนในแต่ละตำแหน่งเพื่อให้บริหารจัดการระบบความปลอดภัยแบบอัตโนมัติเพิ่มมากขึ้น

2. ในกรณีที่มีการนำระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์มีการเรียนรู้จากพนักงานที่ปฏิบัติงานแล้ว ควรมีการนำไปใช้ในการติดตามพฤติกรรมการทำงานชั่งชั่งถอยของพนักงาน เพื่อนำมาใช้ในการเปรียบเทียบพฤติกรรมการทำงาน และจะได้ช่วยปรับปรุงพฤติกรรมการทำงานให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาการเกิดอุบัติเหตุการชนของพนักงานขับรถยกที่คลังสินค้า

1. เนื่องจากการติดตั้งกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ที่ได้ทำการติดตั้งกับรถยกสำหรับยื่นขับ ในการวิจัยครั้งถัดไปควรนำไปติดตั้งกับรถยกประเภทนั่งขับ โดยรถยกลักษณะนี้พนักงานขับรถจะใช้การมองกระจกที่ติดอยู่ด้านข้างตัวรถ ถ้ามีการนำระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์ไปติดตั้งโดยให้พนักงานสามารถมองที่จอมอนิเตอร์และมีระบบสัญญาณแจ้งเตือนจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานเพิ่มขึ้น และสามารถป้องกันความเสี่ยงรุนแรงในลักษณะต่าง ๆ ลงได้

2. ควรมีการพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อประเมินพฤติกรรมการทำงานชั่งชั่งถอยของพนักงานขับรถยก เช่น ถ้ามีระบบกล้องมีการบันทึกพร้อมแจ้งเตือนรัศมีน้อยกว่า 1 เมตรในแต่ละวันเกินกว่า 1 ครั้ง เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติงานระบบจะแจ้งว่าพนักงานมีพฤติกรรมการทำงานชั่งชั่งถอยลักษณะไหน เช่น ขับรถยกดี มีความปลอดภัย และนำข้อมูลที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกันระหว่างพนักงานขับรถยกในแต่ละวัน เพื่อที่จะทำให้เกิดการปรับปรุงพฤติกรรมการทำงานชั่งชั่งถอยของพนักงานขับรถยกในการยกระดับให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการและดำเนินการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักรปั้นจั่นและหม้อน้ำ พ.ศ. 2564. (2564). ราชกิจจานุเบกษา. 138(52ก), 3-29.
- กร พวงนาค. (2565). การพัฒนารูปแบบการรวบรวมอุบัติเหตุการจราจรทางบกในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครจากข้อมูลทวีตเตอร์ด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึก. [วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร].
- กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. (2566). คู่มือการฝึกอบรม หลักสูตรเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน ระดับบริหาร ตามกฎกระทรวงการจัดให้มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน บุคลากร หน่วยงาน หรือคณะบุคคลเพื่อดำเนินการด้านความปลอดภัยในสถานประกอบกิจการ พ.ศ. 2565. กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน.
- กอบเกียรติ สระอุบล. (2563). เรียนรู้ Data science และ AI: Machine learning ด้วย Python. มีเดีย เนทเวิร์ค.
- กอบเกียรติ สระอุบล. (2565). เรียนรู้ AI : deep learning ด้วย Python. อินเทอร์เน็ตมีเดีย.
- คอรี่เยาะ เจาะแม้ง และ ทิพยา ฤทธิเดช. (2556). ความพึงพอใจในการจัดทำนวัตกรรมของบุคลากร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- เจตน์นัต เจือจันทร์. (2562). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยเรื่องระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นห้องเซิร์ฟเวอร์ด้วย IoT. สำนักคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชนกนันท์ ทรงรัมย์ และ นเรศ ชันระวี. (2563). ความพึงพอใจในการปฏิบัติหน้าที่ของผู้บริหารสถานศึกษา. วารสารบริหารการศึกษาระดับบัณฑิต, 20(4), 35-47.
- เซฟตี้ไทย. (2566). นายจ้างต้องรู้! กฎกระทรวงเกี่ยวกับรถยก 2564. <https://เซฟตี้ไทย.com>
- ทักษณา ส่งไยธิน และ วิจิตรา กิ่งคำ. (2559). แนวทางการป้องกันและแก้ไขการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน ของบริษัทผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่ง อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง. <https://buuir.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/12278>
- ธนพิชฌน์ แก้วกา. (2565). ปี 2566 ไทยยังยืน 1 อาเซียนศูนย์กลางฐานการผลิตยานยนต์. <https://thainews.prd.go.th/thainews/news/view/593584/?bid=1>
- ธนาคารกรุงเทพ. (2566). ไทยพร้อมแค่ไหน? กับการเป็นดีทรอยด์ ยานยนต์ไฟฟ้าแห่งภูมิภาคเอเชีย. <https://www.bangkokbanksme.com/en/23-4up-when-thailand-wants-to-move->

towards-electric-vehicle-hub

ณัฐโชติ พรหมฤทธิ์ และ สัจจาภรณ์ ไวจรรยา. (2564). *Fundamental of deep learning in practice*. ไอดีซี พรีเมียร์.

นภาพร พานิชชาติ. (2565). *ปลื้ม ไทยถูกยก "ดีทรอยต์แห่งเอเชีย" ปักหมุด "ศูนย์กลางการผลิตรถยนต์" ในภูมิภาค*. https://www.thebangkokinsight.com/news/business/955795/?utm_source=chatgpt.com

นิคม จันทร์วิฑูร. (2505). *การประสบอันตรายในการทำงานกับค่าทดแทน*.

<https://libdcms.nida.ac.th/thesis0/2510/b7387/b7387c1-1.pdf>

บุญเจริญ ศิริเนาวกุล. (2555). *ปัญญาประดิษฐ์: ปัญญาเชิงกลุ่ม (Artificial intelligence)*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญธรรม ภัทราจารุกุล. (2556). *การประมวลผลภาพดิจิทัลเบื้องต้น*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เบญจมาศ อ้นหนองปลง, ชัยยุทธ ขวลิตนธิกุล, และ เพียงจันทร์ เศรษฐศรีสกุล. (2561). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุของพนักงานขับรถยกในคลังสินค้า: กรณีศึกษาบริษัท โลจิสติกส์แห่งหนึ่งในนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. *วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม*, 41(1), 91-104.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4341 (พ.ศ. 2554) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย : ข้อกำหนด. (2554, 1 กันยายน). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 128. ตอนพิเศษ 99 ง. หน้า 11-19.

ปาณิสรา หาดขุนทด, ภัครพล อาจอาษา, และ ธนากร แสงกุดเลาะ. (2566). การพัฒนาระบบคัดแยกมะขามหวานด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ. *วารสารวิทยาสารสนเทศและเทคโนโลยี*, 4(2), 47-61.

พีระพงษ์ มาณกิจ. (2562). กสทช. กับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 5G เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์. *วารสารวิชาการ กสทช.*, 29-41.

มนต์ชัย พงษ์แสน และ ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์. (2564). ผลของการใช้หลัก 3E และการมีส่วนร่วมต่อการลดพฤติกรรมเสี่ยงจากงานตัดของพนักงานในโรงงานผลิต. *วารสารสาธารณสุข มหาวิทยาลัยบูรพา*, 16(2), 90-103.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2563). *อาชีวอนามัยและความปลอดภัย*.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2564). *เทคโนโลยีการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย*.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

- วิฑูรย์ สิมะโชคดี และ วีรพงษ์ เถลิงจิระรัตน์. (2563). *วิศวกรรมและการบริหารความปลอดภัยในโรงงาน*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์. (2565). *การบริหารการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในองค์กร*. เบิร์ดเซอร์วิส เซ็นเตอร์.
- ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์. (2565). *เทคนิคเพื่อความปลอดภัยในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับองค์กร*. เบิร์ดเซอร์วิส เซ็นเตอร์
- ศาสตรา วงศนวนสุ. (2568). *ปัญญาประดิษฐ์ทฤษฎีโปรแกรมและการประยุกต์*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศูนย์วิจัยธนาคารออมสิน. (2564). *อุตสาหกรรมยานยนต์*. <https://www.gsb.or.th/gsbresearch/published-works/economic-and-business-research/6331/>
- สรชัย พิศาลบุตร, เสาวรส ใหญ่สว่าง, และ ปรีชา อัครเดชาบุตร. (2556). *การสร้างและประมวลผลข้อมูลจากแบบสอบถาม*. วิทย์พัฒนา.
- สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (บีโอไอ). (2566). *บีโอไอนำธุรกิจไทยโรดโชว์จีน เดินหน้าดึงดูดทุนยานยนต์ไฟฟ้า – พลังงานสะอาด*. https://www.boi.go.th/index.php?page=press_releases_detail&topic_id=134165&_module=news&from_page=press_releases
- สำนักงานประกันสังคม. (2565). *สถานการณ์การประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ปี 2561 - 2565*. สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน.
- สุดารัตน์ ศรีมา. (2565). *ตำรา นวัตกรรมทางเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา*. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- สุทธิดา ทาทราย, ธิติมา ณ สงขลา, และ สุธีร์ อินทร์รักษา. (2563). *การวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในพนักงานขับรถบรรทุกขนส่งไฟล์คลิฟท์และเครื่องมือหนักในอุตสาหกรรมขนส่งแห่งหนึ่งในจังหวัดสุราษฎร์ธานี*. *วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 2(3), 48-60.
- อภิสรดา คชรัฐแก้วฟ้า. (2566). *การศึกษาผลกระทบจากการยอมรับใช้งานเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ด้านความพึงพอใจในการทำงานของพนักงานออฟฟิศในประเทศไทย*. [สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยมหิดล]. CMMU Digital Archive.
- อรรถพล พลานนท์ และ บุญธง วสุรีย์. (2558). *การประยุกต์ใช้การประมวลผลภาพสำหรับงานด้านการเกษตรในชุมชนเขตจังหวัดนครปฐม*. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย*, 30 - 31 มีนาคม 2558, หน้า 1276-1283.
- อัญญา ดิษฐานนท์ และ ภริตา พงษ์พาณิชย์. (2560). *ปัจจัยหลักที่ใช้ในการตัดสินใจนำระบบคลาวด์*

- คอมพิวเตอร์มาใช้ในอุตสาหกรรมธุรกิจประกันชีวิตของประเทศไทย. *วารสารการจัดการสมัยใหม่*, 15(1), 99-112.
- อัฐพงศ์ สันข์เพ็ชร และ วีระ สะอึ้ง. (2566). ระบบตรวจจับและจำแนกประเภทยานพาหนะแบบอัตโนมัติ สำหรับถนนในเขตเมือง ด้วยหลักการโครงข่ายแบบคอนโวลูชัน. *Proceeding of the Data Science Conference MSDS CS SWU @2023* 110 Automatic counting and Classification of vehicle on urban road by convolutional Neural Network, pp. 109-131.
- เอ็ม. ดี. ซอฟต์ จำกัด. (2566). *ทำความรู้จักกับ Cloud Computing คลาวด์ คอมพิวเตอร์*. <https://www.mdsoft.co.th/knowledge/417-cloud-computing.html>
- Amazon Web Services (AWS). (2023). *5G คืออะไร*. <https://aws.amazon.com/th/what-is/5g/>
- Bhattacharya, Y. (2020). Hazard and near-miss reporting—an analysis of the effectiveness of increased error reporting. *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*, 15, 103-113.
- Capua, M. D., Ciaramella, A., & De Prisco, A. (2003). Machine learning and computer vision for the automation of processes
- Fezari, M., & Dahoud, A. A. (2023). *Raspberry Pi 5 : The new Raspberry Pi family with more computation power and AI integration*. <https://www.researchgate.net/publication/375552555>
- Grover, A. (2022). *Forklift accident statistics in the U.S.* <https://www.injuryclaimcoach.com/forklift-accident-statistics.html>
- Isailovic, V., Djapan, M., Savkovic, M., Jovicic, M., Milovanovic, M., Minovic, M., ... & Vukicevic, A. (2021, December). *Compliance of head-mounted personal protective equipment by using YOLOv5 object detector*. In 2021 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET) (pp. 1-5). IEEE.
- Ji, W., Zhang, X., & Ji, W. (2017). *Research on the application of digital image processing technology in intelligent transportation*. <https://www.atlantispress.com/proceedings/meita-16/25871142>
- Kim, J. M., Lim, K. K., Yum, S. G., & Son, S. (2022). A deep learning model development to predict safety accidents for sustainable construction:

- a case study of fall accidents in South Korea. *Sustainability*, 14(3), 1583.
- Lyer, L. S. (2021). AI enabled applications towards intelligent transportation. *Transportation Engineering*, 5, 100083.
- Lee, T., Woo, K., Kim, P., & Jung, H. (2023). *Design and implementation of industrial accident detection model based on YOLOv4*. 13, 10163.
<https://doi.org/10.3390/app131810163>
- National Institute of Standards and Technology. (2012). *Notice of public meeting- cloud computing and big data forum and workshop*.
<https://www.federalregister.gov/documents/2012/12/18/2012-30467/notice-of-public-meeting-cloud-computing-and-big-data-forum-and-workshop>
- Nozaki, D., Okamoto, K., Mochida, T., Qi, X., Wen, Z., Myint, S. H., Tokuda, K., Sato, T., & Tamesue, K. (2018). *AI management system to prevent accidents in construction zones using 4K cameras based on 5G network*.
The 21st International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC- 2018)
- Zhang, M., Ghodrati, N., Poshdar, M., Seet, B.-C., & Yongchareon, S. (2022). *A construction accident prevention system based on the Internet of Things (IoT)* (Preprint). SSRN. <https://ssrn.com/abstract=4156360>



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

- | | |
|-------------------|--|
| 1. ชื่อ-สกุล | ศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทีก |
| ตำแหน่งทางวิชาการ | ศาสตราจารย์ |
| สถานที่ทำงาน | สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 2. ชื่อ-สกุล | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทงศักดิ์ ยิ่งรัตน์สุข |
| ตำแหน่งทางวิชาการ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ |
| สถานที่ทำงาน | สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 3. ชื่อ-สกุล | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์สิทธิ์ กุลวงษ์ |
| ตำแหน่งทางวิชาการ | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ |
| สถานที่ทำงาน | สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |



ภาคผนวก ข
แบบสอบถามการวิจัย



แบบสอบถามการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาระบบกล้องดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์เพื่อลดอุบัติเหตุของ พนักงานขับรถยกในคลังสินค้าของบริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่ง ของจังหวัดระยอง

คำชี้แจง : แบบสอบถามประกอบด้วย 2 ส่วน คือ แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล เป็นแบบสอบถามลักษณะข้อคำถามเป็นลักษณะปลายเปิดและปลายปิด ประกอบด้วย อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งงาน ระยะเวลาการขับรถยก ประสบการณ์ในการทำงาน โรคประจำตัวและรับประทานยา อบรมการขับรถยกอย่างถูกวิธีและปลอดภัย และการทบทวนการขับยกในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล จำนวน 8 ข้อ

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม: กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน () หรือเติมข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

1. อายุ.....ปี
2. ระดับการศึกษา.....
3. ตำแหน่งงาน.....
4. ระยะเวลาการขับรถยกชั่วโมงต่อวัน
5. ประสบการณ์ในการทำงาน.....
6. โรคประจำตัว

มี โปรดระบุโรค.....
และยาที่รับประทาน.....

ไม่มี

7. อบรมการขับรถยกอย่างถูกวิธีและปลอดภัย

มี โปรดระบุ.....

ไม่มี

8. ทบทวนการช้บรณยกในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา

- มี โปรตระบุ.....
- ไม่มี

ส่วนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจของพนักงานช้บรณยกในคลังสินค้าที่บริษัทผลิตรถยนต์แห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

ประเด็นข้อคำถาม	ระดับความพึงพอใจ		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
ความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบคลังดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์			
1. ประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น			
1.1 การปฏิบัติงานมีความสะดวก			
1.2 การปฏิบัติงานรวดเร็วมากขึ้น			
1.3 การได้รับความรู้ และประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานเพิ่มขึ้น			
1.4 การได้ประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงาน			
2. ความเข้ากันได้ของระบบคลังดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์กับระบบงานที่ปฏิบัติ			
2.1 ความสอดคล้องกับระบบการทำงานที่มีอยู่เดิมได้			
2.2 ช่วยสนับสนุนระบบการทำงานที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น			
2.3 ช่วยในการทำงานของหน่วยงานให้มีระบบชัดเจนมากขึ้น			
2.4 ผู้ใช้สามารถนำประสบการณ์ในการปฏิบัติงานมาประยุกต์ใช้ได้ อย่างสัมฤทธิ์ผล			
3. ประสิทธิภาพในการจัดทำระบบคลังดิจิทัลปัญญาประดิษฐ์			
3.1 เพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน			
3.2 สามารถตรวจจับและแจ้งเตือนได้อย่างแม่นยำ			
3.3 มีความรวดเร็วในการตรวจจับและส่งสัญญาณแจ้งเตือน			
3.4 เพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังการเกิดอุบัติเหตุการณ์อย่างได้ผล			

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายปฐมพงษ์ หอมศรี
วัน เดือน ปี เกิด	22 มิถุนายน 2519
สถานที่เกิด	อุดรธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	129/45 หมู่ 3 ตำบลบ่อวิน อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230
ตำแหน่งและประวัติการ ทำงาน	ปัจจุบัน กรรมการผู้จัดการ บริษัท เอสพีพี ดีไซน์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2542 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พ.ศ. 2555 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการวิศวกรรม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2566 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก พ.ศ. 2567 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย) มหาวิทยาลัยบูรพา
รางวัลหรือทุนการศึกษา	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) “โครงการออกแบบและสร้างเตาเผาผ่านชีวมวลต้นแบบจากเศษวัสดุเหลือ ทิ้งทางการเกษตรในจังหวัดชลบุรี”