



ผลงานเชิงวิเคราะห์และพัฒนา

เรื่อง

การออกแบบและพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดเพื่อนับจำนวนคน (People Counting System)
สำหรับสำนักเทคโนโลยีดิจิทัล



ชยพล กัณฑ์นิกุล

พนักงานช่างเทคนิค ชำนาญงาน

งานโครงสร้างพื้นฐานระบบดิจิทัล สำนักเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2569

ผลงานเชิงวิเคราะห์และพัฒนา

เรื่อง

การออกแบบและพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดเพื่อนับจำนวนคน (People Counting System)
สำหรับสำนักเทคโนโลยีดิจิทัล

จัดทำโดย

นายชยพล กันต์นิกุล

ตำแหน่ง พนักงานช่างเทคนิค ชำนาญงาน

ผลงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งที่สูงขึ้น

ตามหลักเกณฑ์ที่มหาวิทยาลัยขอนแก่นกำหนด

Analytical and Development Work

Title

Design and Development of a People Counting CCTV System for the Digital
Technology Office

By

Chayaphon Kannikankul

Technical Officer, Experienced Level

This work is part of the evaluation for promotion to a higher position, in
accordance with the criteria established by Khon Kaen University.

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานเชิงวิเคราะห์และพัฒนาเรื่อง “การออกแบบและพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดเพื่อนับจำนวนคน (People Counting System) สำหรับสำนักเทคโนโลยีดิจิทัล” ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์จากผู้บริหารและบุคลากรที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารมหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้อำนวยการสำนักเทคโนโลยีดิจิทัล และหัวหน้างานโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล ที่ได้กรุณาให้การสนับสนุน ส่งเสริม และให้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย อันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานและการพัฒนาระบบให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ขอกราบขอบพระคุณผู้แทนจากหน่วยงานต่าง ๆ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ห้องบริการคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นเจ้าของพื้นที่ และบุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูล ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติ รวมถึงให้ความร่วมมือในการดำเนินงานเป็นอย่างดี อันเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผลงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดและการบริหารจัดการพื้นที่ให้บริการของสำนักเทคโนโลยีดิจิทัล ตลอดจนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการยกระดับประสิทธิภาพการดำเนินงาน และสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน

ท้ายที่สุดนี้ ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณครอบครัวและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน หากผลงานฉบับนี้มีข้อบกพร่องประการใด ผู้จัดทำขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว และจะนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้นในโอกาสต่อไป

ชยพล กันต์นิกุล
พนักงานช่างเทคนิค ชำนาญงาน

คำนำ

ในยุคปัจจุบัน เทคโนโลยีดิจิทัลได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการบริหารจัดการองค์กร โดยเฉพาะในสถาบันอุดมศึกษา ซึ่งมีโครงสร้างการดำเนินงานที่ซับซ้อนและมีผู้ใช้งานจำนวนมากในแต่ละวัน ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจึงเป็นกลไกสำคัญในการสนับสนุนภารกิจด้านการเรียนการสอน การวิจัย และการบริหารจัดการภายในองค์กรให้สามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบกล้องวงจรปิด เป็นหนึ่งในโครงสร้างพื้นฐานด้านความปลอดภัยที่มีบทบาทสำคัญในการเฝ้าระวังและบันทึกเหตุการณ์ภายในมหาวิทยาลัย อย่างไรก็ตาม ระบบในรูปแบบเดิมยังคงมีข้อจำกัดในการนำข้อมูลมาใช้เชิงวิเคราะห์ เนื่องจากไม่สามารถประมวลผลข้อมูลเชิงสถิติหรือให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ และการวิเคราะห์ภาพ ทำให้ระบบกล้องวงจรปิดสามารถพัฒนาไปสู่ระบบอัจฉริยะที่สามารถตรวจจับและวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยอัตโนมัติ โดยเฉพาะระบบนับจำนวนคน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์จำนวนผู้เข้า-ออกพื้นที่ และพฤติกรรมการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษา วิเคราะห์ และพัฒนาแนวทางการประยุกต์ใช้ระบบกล้องวงจรปิดแบบนับจำนวนคนภายในพื้นที่ของสำนักเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อเพิ่มศักยภาพของระบบให้สามารถรองรับการใช้งานเชิงวิเคราะห์ และสนับสนุนการตัดสินใจเชิงบริหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดและการบริหารจัดการพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัย ตลอดจนสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบให้สอดคล้องกับแนวคิดมหาวิทยาลัยอัจฉริยะ (Smart Campus) ในอนาคต

ชยพล กันต์นิกุล

พนักงานช่างเทคนิค ชำนาญงาน

บทคัดย่อ

งานเชิงวิเคราะห์และพัฒนาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดแบบนับจำนวนคน (People Counting System) สำหรับสำนักเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการพื้นที่และการเฝ้าระวังความปลอดภัย ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการวิเคราะห์ภาพ (Video Analytics) ในการตรวจจับและนับจำนวนบุคคล พร้อมระบุทิศทางการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งานอย่างแม่นยำ

ผลการทดสอบภาคสนามพบว่าระบบสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง มีเสถียรภาพสูง และให้ค่าการนับใกล้เคียงกับการนับจริงจากพนักงาน โดยประสิทธิภาพอาจลดลงเล็กน้อยในกรณีที่มีความหนาแน่นสูงหรือเกิดการบดบังของวัตถุ แนวทางปรับปรุงในอนาคตรวมถึงการปรับมุมมองและตำแหน่งกล้อง เพิ่มจำนวนจุดติดตั้ง และปรับค่าพารามิเตอร์ของระบบให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมจริง

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าระบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมจำนวนผู้ใช้งาน การบริหารจัดการพื้นที่ และการเพิ่มประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยของสำนักเทคโนโลยีดิจิทัล อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานในการพัฒนาต่อยอดสู่ระบบ Smart Campus ในอนาคต

Abstract

This analytical and developmental study aims to design and develop a People Counting System for the Digital Technology Office at Khon Kaen University, intended to enhance space management and security monitoring. The developed system utilizes Artificial Intelligence (AI) and Video Analytics to detect and count individuals entering and exiting designated areas, while accurately tracking their movement directions.

Field testing indicated that the system operates continuously with high stability and provides counting results closely aligned with manual ground-truth data. System performance may slightly decrease in high-density scenarios or when occlusion occurs. Future improvements include optimizing camera angles and positions, increasing the number of installation points, and adjusting system parameters to accommodate real-world environmental conditions.

The study demonstrates that the developed system can be effectively applied for managing occupancy, controlling access, and improving security within the Digital Technology Office. Moreover, it provides a foundation for further development toward a Smart Campus implementation in the future.

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

โครงการ : พัฒนาระบบกล้องวงจรปิดเพื่อนับจำนวนคน (People Counting System)

หน่วยงาน : สำนักเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วัตถุประสงค์โครงการ

- ยกระดับการบริหารจัดการพื้นที่ให้บริการด้วยข้อมูลเชิงสถิติแบบเรียลไทม์
- ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการวิเคราะห์ภาพ (Video Analytics) ในการตรวจจับและนับจำนวนผู้ใช้งาน
- นับจำนวนบุคคล เข้า-ออก เพื่อการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พื้นที่

ผลการทดสอบภาคสนาม

- ระบบทำงานต่อเนื่อง มีเสถียรภาพสูง
- ความแม่นยำใกล้เคียงกับการนับจริงจากพนักงาน
- ประสิทธิภาพลดลงเล็กน้อยในกรณีผู้ใช้งานหนาแน่นสูงหรือเกิดการบดบังวัตถุ

ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุง

- ปรับมุมและตำแหน่งกล้องให้เหมาะสมกับพื้นที่
- เพิ่มจำนวนจุดติดตั้งในพื้นที่หนาแน่น
- ปรับค่าพารามิเตอร์ของระบบให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมจริง

ประโยชน์และการประยุกต์ใช้

- ช่วยให้ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ควบคุมจำนวนผู้ใช้งานและบริหารพื้นที่ได้อย่างแม่นยำ
- วิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พื้นที่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ
- สนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายและยกระดับความปลอดภัย
- เป็นพื้นฐานสำคัญในการต่อยอดสู่แนวคิด Smart Campus

สรุป

ระบบกล้องวงจรปิดแบบนับจำนวนคนที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการด้านการบริหารจัดการพื้นที่และความปลอดภัยได้อย่างเหมาะสม พร้อมสร้างข้อมูลเชิงสถิติที่มีคุณค่าสำหรับการวางแผนและพัฒนาการให้บริการในอนาคต

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
คำนำ.....	จ
บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ฉ
Abstract (ภาษาอังกฤษ).....	ช
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary).....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 แนวคิดและหลักการของระบบกล้องวงจรปิด (CCTV).....	5
2.2 เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI).....	5
2.3 ระบบนับจำนวนคน (People Counting System).....	9
2.4 หลักการทำงานของระบบตรวจจับและนับจำนวนบุคคล.....	11
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
2.6 การประยุกต์ใช้ระบบในองค์กร (Smart Campus).....	15
3 วิธีดำเนินการศึกษา.....	17
3.1 การวิเคราะห์ระบบเดิม.....	17
3.2 การออกแบบระบบใหม่.....	20
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	23
3.4 รูปแบบการติดตั้งกล้อง (Camera Installation Design).....	27
3.5 การกำหนดเส้นนับ (Counting Line Configuration).....	29

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	30
3.7 เหตุผลในการเลือกอุปกรณ์และเทคโนโลยี.....	30
3.8 การคำนวณพื้นที่จัดเก็บข้อมูล (Storage Calculation).....	32
3.9 ข้อจำกัดของระบบ (Limitations).....	33
4 ผลการดำเนินงาน.....	37
4.1 ผลการติดตั้งจริง (System Implementation Results).....	37
4.2 จำนวนคนที่ตรวจจับได้ (Detected People Count).....	43
4.3 ความแม่นยำของระบบ (System Accuracy).....	44
4.4 สรุปผลและข้อจำกัดของระบบ (Conclusion and Limitations).....	46
5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	48
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	48
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	49
5.3 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป.....	50
บรรณานุกรม.....	53
ภาคผนวก.....	55
ภาคผนวก ก คู่มือการตั้งค่า IP กล้องวงจรปิด Hikvision Model DS-2CD6825G0/C-IS.....	56
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานเครื่องบันทึก (NVR) รุ่น iDS-9616NXI-M8/X.....	64
ภาคผนวก ค คู่มือการกำหนดพื้นที่และเส้นนับ (Counting Line) สำหรับกล้องนับคน.....	74
ภาคผนวก ง ข้อมูลรายละเอียดทางเทคนิคของกล้อง รุ่น DS-2CD6825G0_C-IVS.....	80
ภาคผนวก จ ข้อมูลรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องบันทึกภาพ iDS-9616NXI-M8/X.....	86
ประวัติผู้วิเคราะห์และพัฒนา.....	93

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	ตารางเปรียบเทียบระบบ CCTV เดิม กับระบบที่พัฒนาขึ้นด้วย AI CCTV.....19
2	ตารางสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์.....22

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ภาพเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์.....	6
2.2 ภาพการมองเห็นแบบสามมิติของการประมวลผลภาพแบบสองเลนส์.....	10
2.3 ภาพหลักการทำงานของระบบตรวจจับและนับจำนวนบุคคล.....	11
2.4 ภาพโปรแกรม Seagate Video Storage Calculator.....	12
2.5 ภาพแผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อการพัฒนาประเทศไทย.....	15
2.6 ภาพการประยุกต์ใช้ระบบนับจำนวนบุคคลในองค์กร.....	17
3.1 ภาพการเปรียบเทียบ ระบบ CCTV เดิม กับระบบที่พัฒนาขึ้นด้วย AI CCTV.....	19
3.2 ภาพการออกแบบระบบกล้องวงจรปิดแบบนับจำนวนคน.....	21
3.3 ภาพแผนผังระบบ Data Flow Diagram.....	23
3.4 ภาพการดำเนินงานสำรวจจุดติดตั้งกล้อง.....	25
3.5 ภาพการดำเนินงานประเมินประสิทธิภาพของระบบ.....	26
3.6 ภาพ Flow Chart ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	27
3.7 ภาพประกอบมุมติดตั้งกล้อง.....	28
3.8 ภาพแนวตั้งของตำแหน่งการติดตั้งในมุมมองเซ็นเซอร์.....	29
3.9 ภาพการกำหนดเส้นนับ.....	30
3.10 ภาพกล้อง DS-2CD6825G0/C-I(S)(B).....	32
3.11 ภาพ NVR DS-2CD6825G0/C-I(S)(B).....	33
3.12 ภาพการคำนวณพื้นที่จัดเก็บข้อมูล (Storage Calculation).....	34
3.13 ภาพข้อจำกัดของระบบในทางเทคนิค.....	36
3.14 ภาพข้อจำกัดของระบบในภาพรวม.....	37
4.1 ภาพจุดติดตั้งกล้องบริเวณประตูทางเข้า-ออกของอาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 4.....	39
4.2 ภาพจุดติดตั้งกล้องบริเวณประตูทางเข้า-ออกของอาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 5.....	40
4.3 ภาพการติดตั้งกล้อง AI บริเวณเพดาน ประตูทางเข้า-ออกของอาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 4.....	41
4.4 ภาพการติดตั้งกล้อง AI บริเวณเพดาน ประตูทางเข้า-ออกของอาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 5.....	41
4.5 ภาพเส้นตรวจจับ (Detection Line) บริเวณกึ่งกลางทางเข้า-ออก.....	42
4.6 ภาพการเรียกดูภาพย้อนหลัง.....	43
4.7 ภาพฮาร์ดดิสก์ที่มีในระบบ.....	43
4.8 ภาพ NVR ติดตั้งที่ห้องควบคุมระบบ DR Site.....	44
4.9 ภาพการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลของระบบ อาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 4.....	45
4.10 ภาพการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลของระบบ อาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 5.....	46
4.11 ภาพการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลแบบเข้า-ออกเท่านั้น อาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 4.....	47
4.12 ภาพการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลแบบเข้า-ออกเท่านั้น อาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 5.....	48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคปัจจุบัน เทคโนโลยีดิจิทัลได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการบริหารจัดการองค์กร โดยเฉพาะในสถาบันอุดมศึกษา ซึ่งมีโครงสร้างการดำเนินงานที่ซับซ้อนและมีผู้ใช้งานจำนวนมากในแต่ละวัน ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจึงเป็นกลไกหลักในการสนับสนุนภารกิจด้านการเรียนการสอน การวิจัย และการบริหารจัดการภายในองค์กร

หนึ่งในระบบสำคัญที่ถูกนำมาใช้เพื่อสนับสนุนด้านความปลอดภัยและการเฝ้าระวังเหตุการณ์ คือ ระบบกล้องวงจรปิด (Closed-Circuit Television: CCTV) ปัจจุบัน ระบบกล้องวงจรปิดภายในมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการบันทึกภาพเหตุการณ์และตรวจสอบย้อนหลังเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ

อย่างไรก็ตาม ระบบดังกล่าวยังมีข้อจำกัดในด้านการนำข้อมูลมาใช้เชิงวิเคราะห์ เนื่องจากไม่สามารถประมวลผลข้อมูลเชิงสถิติหรือให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การบริหารจัดการพื้นที่ เช่น การควบคุมความแออัด การจัดสรรทรัพยากร และการวางแผนการใช้พื้นที่ ยังขาดข้อมูลสนับสนุนที่เพียงพอ

มหาวิทยาลัยขอนแก่นเป็นสถาบันการศึกษานขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ครอบคลุมหลายคณะ หน่วยงาน และพื้นที่สาธารณะ ซึ่งในแต่ละวันมีนักศึกษา บุคลากร และผู้มาติดต่อเข้ามาใช้บริการเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในพื้นที่สำคัญ เช่น อาคารเรียน ห้องประชุม ห้องสมุด และศูนย์บริการต่าง ๆ การขาดข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนผู้เข้า-ออกในแต่ละพื้นที่แบบเรียลไทม์ ทำให้การบริหารจัดการพื้นที่ยังคงอาศัยการประเมินจากประสบการณ์หรือข้อมูลย้อนหลังที่ไม่ครบถ้วน

ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และการวิเคราะห์ภาพ (Video Analytics) ทำให้ระบบกล้องวงจรปิดสามารถพัฒนาไปสู่การเป็นระบบอัจฉริยะที่สามารถตรวจจับและวิเคราะห์ข้อมูลได้แบบอัตโนมัติ หนึ่งในเทคโนโลยีที่ได้รับความสนใจ คือ ระบบนับจำนวนคน (People Counting System) ซึ่งสามารถตรวจจับและนับจำนวนบุคคลที่เข้า-ออกพื้นที่ รวมถึงวิเคราะห์ทิศทางการเคลื่อนที่และพฤติกรรมการใช้งานพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น การนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับระบบกล้องวงจรปิดภายในมหาวิทยาลัย จึงเป็นแนวทางสำคัญในการยกระดับระบบเฝ้าระวังให้มีความสามารถมากกว่าการบันทึกภาพ โดยสามารถสร้างข้อมูลเชิงสถิติที่มีคุณค่าเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนและตัดสินใจเชิงบริหาร เช่น การบริหารจัดการพื้นที่ที่เหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้งาน การลดความแออัดในพื้นที่เสี่ยง และการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการ

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจในการวิเคราะห์ปัญหาและพัฒนาแนวทางการประยุกต์ใช้ระบบกล้องวงจรปิดแบบนับคนภายในพื้นที่ดูแลของสำนักเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาองค์กรสู่การเป็นมหาวิทยาลัยอัจฉริยะ (Smart Campus) ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษาค้นคว้านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบ และพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดแบบนับจำนวนคน โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการพื้นที่ดูแลของสำนักเทคโนโลยีดิจิทัล ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เฉพาะ ดังนี้

- 2.1.1. เพื่อศึกษาและออกแบบระบบกล้องวงจรปิดแบบนับจำนวนคนโดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ให้มีความทันสมัยและเหมาะสมกับการใช้งาน
- 2.1.2. เพื่อพัฒนาระบบที่สามารถตรวจจับและนับจำนวนบุคคลแบบเรียลไทม์ในพื้นที่ที่กำหนด
- 2.1.3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการพื้นที่ และลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ในการเก็บข้อมูล
- 2.1.4. เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย โดยลดความเสี่ยงในการมีบุคคลตกค้างภายในอาคารนอกเวลาทำการ
- 2.1.5. เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการด้านความปลอดภัย และการพัฒนาไปสู่ระบบมหาวิทยาลัยอัจฉริยะ (Smart Campus)

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นการออกแบบและติดตั้งระบบกล้องวงจรปิดแบบนับจำนวนคนในพื้นที่ที่อยู่ภายใต้ความดูแลของสำนักเทคโนโลยีดิจิทัล โดยมีขอบเขตดังนี้

- 3.1.1. พื้นที่ศึกษา คือ ห้องบริการคอมพิวเตอร์ อาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 4 และ 5
- 3.1.2. อุปกรณ์ที่ใช้ คือ กล้องวงจรปิดแบบ AI, เครื่องบันทึกภาพ (NVR), ระบบเครือข่าย
- 3.1.3. รูปแบบการทำงาน คือ การนับจำนวนคนเข้า-ออกผ่านเส้นนับ (Counting Line)
- 3.1.4. การแสดงผล คือ แสดง Web Application
- 3.1.5. ไม่ครอบคลุม คือ ระบบจดจำใบหน้า (Face Recognition) หรือการระบุตัวบุคคล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากการศึกษาค้นคว้านี้ คาดว่าจะได้รับประโยชน์ในการพัฒนาแนวทางการประยุกต์ใช้ระบบกล้องวงจรปิดให้มีความทันสมัยและสามารถรองรับการใช้งานในเชิงวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยข้อมูลเชิงสถิติจากระบบนับจำนวนคนมาใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัย ตลอดจนสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการวางแผนการใช้พื้นที่และการจัดสรรทรัพยากรได้อย่างเหมาะสม

- 4.1.1. ได้ระบบนับจำนวนคนที่สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติและมีความแม่นยำ
- 4.1.2. สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์และวางแผนการใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4.1.3. ลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ในการเก็บข้อมูล
- 4.1.4. เพิ่มความปลอดภัยและการควบคุมจำนวนคนในพื้นที่
- 4.1.5. สนับสนุนการพัฒนาไปสู่ระบบ Smart Campus

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ระบบกล้องวงจรปิด (Closed-Circuit Television : CCTV)

หมายถึง ระบบที่ใช้กล้องวิดีโอในการบันทึกและส่งสัญญาณภาพไปยังอุปกรณ์แสดงผลหรือเครื่องบันทึก โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการรักษาความปลอดภัย การเฝ้าระวัง และการบริหารจัดการพื้นที่ต่าง ๆ ระบบนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ กล้องวงจรปิด (Camera) เครื่องบันทึกภาพ (DVR/NVR) อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล และจอแสดงผล ซึ่งทำงานร่วมกันเป็นเครือข่ายเพื่อให้สามารถตรวจสอบเหตุการณ์ได้อย่างต่อเนื่อง (SECOM, ม.ป.ป.)

กล้องวงจรปิดแบบไอพี (IP Camera)

หมายถึง อุปกรณ์บันทึกภาพที่ทำงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้โปรโตคอลอินเทอร์เน็ต (Internet Protocol: IP) ในการส่งข้อมูลภาพและเสียงจากกล้องไปยังอุปกรณ์ปลายทาง เช่น เครื่องบันทึก (NVR) คอมพิวเตอร์ หรือสมาร์ทโฟน ซึ่งแตกต่างจากกล้องแบบอนาล็อกที่ต้องใช้สายสัญญาณเฉพาะ กล้อง IP สามารถเชื่อมต่อผ่านเครือข่าย LAN หรือ Wi-Fi ได้โดยตรง ทำให้มีความยืดหยุ่นในการติดตั้งและการใช้งานมากขึ้น (Watashi, ม.ป.ป.)

ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI)

หมายถึง เทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้เครื่องจักรหรือระบบคอมพิวเตอร์สามารถเลียนแบบความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ เช่น การเรียนรู้ การวิเคราะห์ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา โดยอาศัยข้อมูลและอัลกอริทึมในการประมวลผล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพ (NSTDA, ม.ป.ป.)

การวิเคราะห์ภาพ (Video Analytics)

หมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้ในการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพวิดีโอโดยอัตโนมัติ ผ่านการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมและปัญญาประดิษฐ์ เพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับ แยกแยะ และตีความเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ต้องอาศัยการเฝ้าดูจากมนุษย์ตลอดเวลา (IQSight, ม.ป.ป.)

ระบบนับจำนวนคน (People Counting System)

หมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้ร่วมกับกล้องวงจรปิดและระบบวิเคราะห์ภาพ เพื่อทำการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลที่ผ่านเข้า-ออกในพื้นที่โดยอัตโนมัติ โดยนิยมใช้งานในสถานที่ เช่น ห้างสรรพสินค้า อาคารสำนักงาน หรือมหาวิทยาลัย เพื่อวิเคราะห์ปริมาณคนและพฤติกรรมการใช้งานพื้นที่ (DahuaCCTV, ม.ป.ป.)

การบริหารจัดการพื้นที่ (Space Management)

หมายถึง กระบวนการในการควบคุม ดูแล และจัดสรรพื้นที่ทางกายภาพภายในองค์กรหรือหน่วยงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยครอบคลุมตั้งแต่พื้นที่ภายในอาคาร พื้นที่หลายชั้น หรือหลายอาคาร เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานและวัตถุประสงค์ขององค์กร (รุ่งอินทร์ กันกา, ม.ป.ป.)

ระบบเครือข่ายหลัก (Core Network)

หมายถึง ส่วนศูนย์กลางของโครงสร้างเครือข่ายที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อเครือข่ายย่อยและอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญของระบบสื่อสารในองค์กรหรือระบบโทรคมนาคมขนาดใหญ่ (DriteStudio, 2566)

Surveillance

หมายถึง การเฝ้าระวัง สังเกตการณ์ หรือติดตามตรวจสอบบุคคล พื้นที่ หรือเหตุการณ์อย่างต่อเนื่อง โดยใช้เทคโนโลยีหรือระบบต่าง ๆ เช่น กล้องวงจรปิด (CCTV) เพื่อวัตถุประสงค์ด้านความปลอดภัย การป้องกันเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ และการเก็บบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์หรือใช้เป็นหลักฐานในภายหลัง โดยในงานระบบกล้องวงจรปิด คำว่า Surveillance ยังหมายรวมถึงระบบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบันทึกภาพ เช่น ฮาร์ดดิสก์สำหรับงานเฝ้าระวังจาก Seagate ซึ่งออกแบบมาเพื่อรองรับการทำงานตลอด 24 ชั่วโมงอย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและหลักการของระบบกล้องวงจรปิด (CCTV)

ระบบกล้องวงจรปิด (Closed-Circuit Television : CCTV) เป็นระบบที่ใช้ในการเฝ้าระวังและบันทึกภาพเหตุการณ์ภายในพื้นที่ที่กำหนด โดยมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างความปลอดภัยให้กับองค์กรและสถานที่ต่างๆ ระบบนี้ทำงานโดยการส่งสัญญาณภาพจากกล้องไปยังอุปกรณ์บันทึกและแสดงผลผ่านระบบเครือข่ายที่เชื่อมต่อกันอย่างเป็นวงจรถัด (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, ม.ป.ป.)

ในปัจจุบัน ระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ได้มีการพัฒนาไปสู่ระบบดิจิทัลที่สามารถเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายในรูปแบบของกล้องวงจรปิดแบบไอพี (IP Camera) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลและการบริหารจัดการระบบให้มีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น ระบบดังกล่าวสามารถรองรับการประมวลผลข้อมูลและการวิเคราะห์ภาพ (Video Analytics) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, ม.ป.ป.)

องค์ประกอบหลักของระบบ CCTV ประกอบด้วย กล้องวงจรปิด (Camera) ซึ่งทำหน้าที่บันทึกภาพ เครื่องบันทึกภาพ (NVR/DVR) สำหรับจัดเก็บข้อมูล ระบบเครือข่าย (Network) ที่ใช้ในการส่งข้อมูล และอุปกรณ์แสดงผล (Monitor) เพื่อใช้ในการตรวจสอบภาพแบบเรียลไทม์ องค์ประกอบเหล่านี้ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถตรวจสอบเหตุการณ์ได้ทั้งในขณะเกิดเหตุและย้อนหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, ม.ป.ป.)

นอกจากนี้ ระบบ CCTV ยังสามารถพัฒนาให้รองรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น การเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต การดูภาพผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ และการวิเคราะห์ภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI) ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการตรวจจับเหตุการณ์ผิดปกติและลดภาระของผู้ปฏิบัติงาน (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, ม.ป.ป.)

ดังนั้น ระบบกล้องวงจรปิดจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการบริหารจัดการความปลอดภัย ช่วยป้องกันเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ และสนับสนุนการตรวจสอบหลักฐานเมื่อเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ภายในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI)

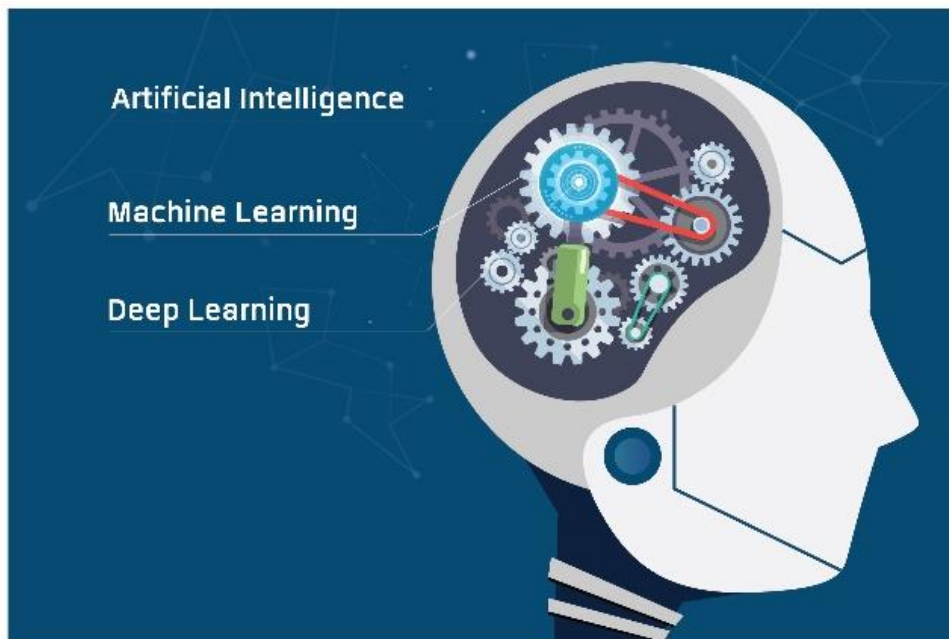
เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) หมายถึง เทคโนโลยีที่ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถเลียนแบบความสามารถของมนุษย์ในการคิด วิเคราะห์ เรียนรู้ และตัดสินใจได้อย่างอัตโนมัติ โดยอาศัยการประมวลผลข้อมูลจำนวนมากร่วมกับอัลกอริทึมที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้ระบบสามารถเรียนรู้รูปแบบ (Pattern)

และพัฒนาประสิทธิภาพของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2565)

เทคโนโลยี AI มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาระบบอัจฉริยะในหลากหลายด้าน เช่น การประมวลผลภาพ (Image Processing) การรู้จำเสียง (Speech Recognition) และการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำและความรวดเร็วในการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ อีกทั้งยังสามารถลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ และเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานในองค์กรต่าง ๆ ได้อย่างมีนัยสำคัญ (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2565)

ในบริบทของประเทศไทย เทคโนโลยี AI ได้รับการส่งเสริมและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยหน่วยงานภาครัฐ เช่น สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล ได้มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการนำ AI ไปประยุกต์ใช้ในหลายภาคส่วน ได้แก่ การศึกษา อุตสาหกรรม การแพทย์ และระบบรักษาความปลอดภัย เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2565)

ดังนั้น เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์จึงถือเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนนวัตกรรมและการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งมีบทบาทอย่างยิ่งต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบันและอนาคต



ภาพที่ 2.1 ภาพเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

ที่มา <https://techsauce.co/tech-and-biz/ai-machine-learning-deep-learning-differences>

2.2.1 Machine Learning

Machine Learning เป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ที่มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการให้สามารถเรียนรู้จากข้อมูลและปรับปรุงผลลัพธ์ของตนเองได้โดยอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องมีการกำหนดเงื่อนไขการทำงานอย่างละเอียดในทุกขั้นตอน อาศัยอัลกอริทึมในการวิเคราะห์ข้อมูลและค้นหารูปแบบที่ซ่อนอยู่เพื่อนำไปใช้ในการจำแนกประเภทหรือการคาดการณ์ (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2565)

Machine Learning สามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภท เช่น การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) และการเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement Learning) ซึ่งถูกนำไปใช้ในงานที่หลากหลาย เช่น การวิเคราะห์ข้อมูล การพยากรณ์ และการจำแนกวัตถุ โดยเฉพาะในระบบกล้องวงจรปิดที่ใช้ในการตรวจจับบุคคลและวัตถุ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2564)

หลักการการทำงานของ Machine Learning เริ่มต้นจากการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้จากข้อมูลและพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจได้โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมกำหนดขั้นตอนอย่างชัดเจน จากนั้นระบบจะทำการสร้างแบบจำลอง (Model) โดยเรียนรู้รูปแบบและความสัมพันธ์จากข้อมูลในอดีต เพื่อนำไปใช้ในการคาดการณ์หรือจำแนกข้อมูลใหม่ กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวอาศัยอัลกอริทึมหลากหลายประเภท เช่น การถดถอย (Regression) การจำแนกประเภท (Classification) และการจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) เพื่อให้สามารถเรียนรู้ความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อผ่านกระบวนการฝึกสอน (Training) แล้ว แบบจำลองที่ได้สามารถนำไปใช้ในการทำนายหรือวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ได้อย่างแม่นยำ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, ม.ป.ป.)

Machine Learning สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่ การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) และการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง (Reinforcement Learning) ซึ่งแต่ละประเภทมีการนำไปใช้งานที่แตกต่างกันตามลักษณะของข้อมูลและวัตถุประสงค์ของระบบ

ในปัจจุบัน Machine Learning ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในหลายด้าน เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) ระบบแนะนำสินค้า (Recommendation System) การตรวจจับความผิดปกติ และระบบกล้องวงจรปิดอัจฉริยะ อาทิ การตรวจจับบุคคลและการนับจำนวนคน (People Counting System) จึงนับเป็นเทคโนโลยีสำคัญที่ช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองจากข้อมูลได้อย่างต่อเนื่อง และเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาระบบอัจฉริยะในยุคดิจิทัล

2.2.2 Deep Learning

Deep Learning เป็นแขนงหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ภายใต้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ที่เน้นการใช้โครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้น (Deep Neural Networks) เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้และประมวลผลข้อมูลที่มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2565)

ระบบ Deep Learning ทำงานโดยรับข้อมูลผ่านชั้นนำเข้า (Input Layer) และประมวลผลผ่านชั้นซ่อน (Hidden Layers) หลายชั้น ก่อนจะแสดงผลผ่านชั้นส่งออก (Output Layer) ซึ่งในแต่ละชั้นตอนจะมีการปรับค่าน้ำหนัก (Weights) และค่าความเอนเอียง (Bias) เพื่อเพิ่มความแม่นยำของผลลัพธ์ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, ม.ป.ป.)

นอกจากนี้ Deep Learning ยังมีจุดเด่นในการเรียนรู้ข้อมูลที่มีความซับซ้อน เช่น ภาพ เสียง และวิดีโอ โดยไม่จำเป็นต้องออกแบบคุณลักษณะข้อมูลด้วยมนุษย์มากนัก ทำให้ถูกนำไปใช้ในงานด้านการรู้จำภาพ การวิเคราะห์พฤติกรรม และระบบกล้องวงจรปิดอัจฉริยะ เช่น การตรวจจับบุคคลและการนับจำนวนคน (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2565)

2.2.3 Computer Vision

การมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (Computer Vision : CV) เป็นแขนงหนึ่งของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ที่มุ่งเน้นการทำให้คอมพิวเตอร์สามารถ “มองเห็น” และตีความข้อมูลจากภาพหรือวิดีโอได้คล้ายกับการมองเห็นของมนุษย์ โดยอาศัยกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เพื่อวิเคราะห์และสกัดข้อมูลที่สำคัญจากภาพ (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2565)

หลักการทำงานของ Computer Vision เริ่มจากการรับข้อมูลภาพผ่านอุปกรณ์ เช่น กล้องดิจิทัลหรือกล้องวงจรปิด จากนั้นระบบจะทำการประมวลผลภาพเพื่อปรับปรุงคุณภาพ เช่น การลดสัญญาณรบกวน (Noise Reduction) และการปรับความคมชัด ก่อนจะเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ เช่น การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) การจำแนกภาพ (Image Classification) และการรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, ม.ป.ป.)

Computer Vision มีความสามารถหลากหลาย เช่น การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) การติดตามวัตถุ (Object Tracking) และการวิเคราะห์พฤติกรรมของบุคคล ซึ่งทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหลายด้าน เช่น ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบจราจรอัจฉริยะ การแพทย์ และอุตสาหกรรมการผลิต

ในบริบทของระบบกล้องวงจรปิด Computer Vision มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาระบบอัจฉริยะ เช่น การตรวจจับบุคคล การวิเคราะห์ความเคลื่อนไหว และการนับจำนวนคน (People Counting System) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังและลดภาระของเจ้าหน้าที่ในการตรวจสอบข้อมูลจำนวนมาก และเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาระบบอัจฉริยะในยุคดิจิทัล

2.3 ระบบนับจำนวนคน (People Counting System)

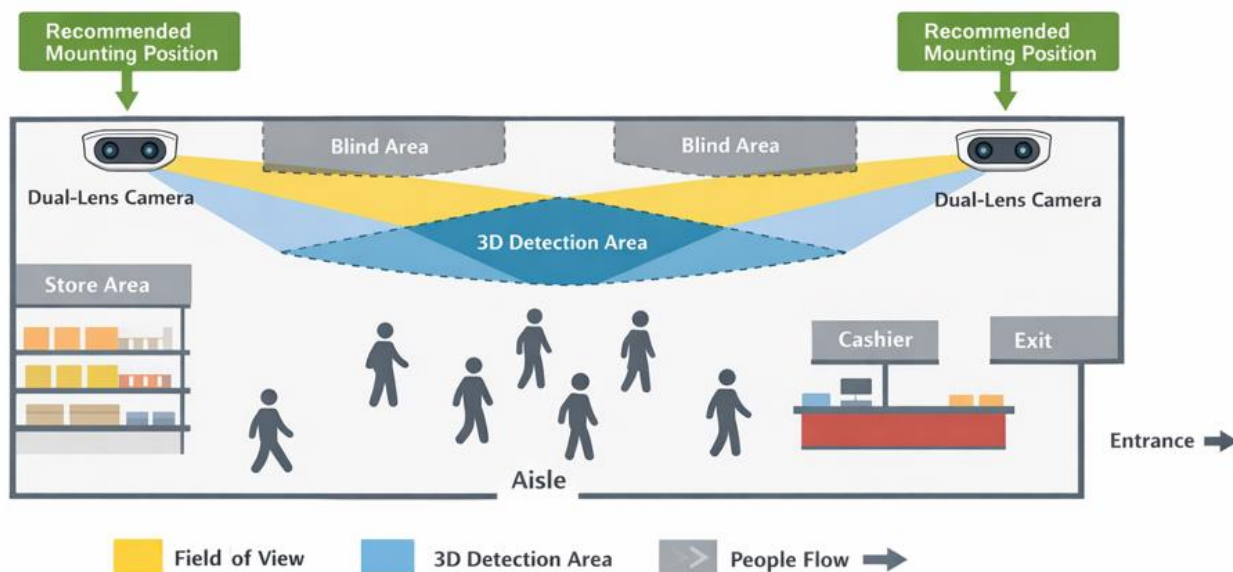
ระบบนับจำนวนคน (People Counting System) หมายถึง ระบบที่ใช้เทคโนโลยีกล้องวงจรปิดร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) และการประมวลผลภาพ (Video Analytics) เพื่อทำการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลที่เข้า-ออกในพื้นที่ที่กำหนดโดยอัตโนมัติ โดยระบบสามารถแสดงผลข้อมูลในรูปแบบสถิติ เช่น จำนวนผู้เข้า-ออก ความหนาแน่นของพื้นที่ และช่วงเวลาที่มีการใช้งานสูง ซึ่งช่วยสนับสนุนการวิเคราะห์และการตัดสินใจในการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2565)

การทำงานของระบบนับจำนวนคนโดยทั่วไปจะอาศัยกล้องวงจรปิดแบบไอพี (IP Camera) ที่ติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสม เช่น ทางเข้า-ออกอาคาร จากนั้นข้อมูลภาพจะถูกส่งเข้าสู่ระบบประมวลผล ซึ่งใช้เทคนิคด้านปัญญาประดิษฐ์ โดยเฉพาะ Deep Learning และ Computer Vision ในการตรวจจับบุคคล แยกแยะวัตถุ และติดตามการเคลื่อนที่ของบุคคลในภาพ โดยระบบสามารถนับจำนวนบุคคลที่ผ่านเส้นสมมติ (Virtual Line) เพื่อแยกจำนวนคนเข้าและออกจากพื้นที่ได้อย่างแม่นยำ (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2565)

นอกจากนี้ ระบบยังสามารถจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบรายงานได้อย่างเป็นระบบ เช่น จำนวนผู้เข้าใช้บริการในแต่ละช่วงเวลา ระดับความหนาแน่นของพื้นที่ในช่วงเวลาต่าง ๆ และพฤติกรรมเคลื่อนไหวของบุคคลภายในพื้นที่ โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟหรือแดชบอร์ดเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายและนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลเชิงลึกเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการวางแผนและการตัดสินใจด้านการบริหารจัดการ อาทิ การจัดสรรบุคลากรให้เหมาะสมกับปริมาณผู้ใช้งานในแต่ละช่วงเวลา การปรับปรุงหรือออกแบบพื้นที่ให้รองรับการใช้งานได้อย่างเหมาะสม การเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการ และการลดความแออัดในพื้นที่ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการคาดการณ์แนวโน้มการใช้งานในอนาคต เพื่อเตรียมความพร้อมและวางแผนเชิงกลยุทธ์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในบริบทของระบบอัจฉริยะ เทคโนโลยี People Counting เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กล้องร่วมกับอัลกอริทึม Deep Learning ได้รับการพัฒนาให้มีความแม่นยำสูงขึ้น โดยมีการนำเทคนิคการมองเห็นแบบสามมิติ (3D Vision) และการประมวลผลภาพแบบสองเลนส์ (Dual-lens Camera) เพื่อช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการนับ เช่น การนับซ้ำ การบังกันของบุคคล หรือการนับวัตถุที่ไม่ใช่มนุษย์ นอกจากนี้ยังสามารถรองข้อมูลตามความสูงหรือรูปร่างของวัตถุ โดยสามารถวิเคราะห์จำนวนผู้เข้า-ออกและการเคลื่อนที่ของบุคคลในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในงานด้านการบริหารจัดการพื้นที่และความปลอดภัย (Hikvision, ม.ป.ป.)

Horizontal Sketch Map of Mounting Position



ภาพที่ 2.2 ภาพการมองเห็นแบบสามมิติของการประมวลผลภาพแบบสองเลนส์

ระบบนับจำนวนคนถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายบริบท ทั้งในภาคธุรกิจและภาครัฐ เช่น ห้างสรรพสินค้า สนามบิน โรงพยาบาล และสถานศึกษา โดยข้อมูลที่ได้จากระบบสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของพนักงานในพื้นที่ในเชิงลึก เช่น ช่วงเวลาที่มีพนักงานหนาแน่น เส้นทางการเคลื่อนไหวภายในพื้นที่ และระยะเวลาในการใช้บริการ ซึ่งช่วยให้ผู้บริหารสามารถวางแผนการใช้พื้นที่ได้อย่างเหมาะสม รวมถึงปรับปรุงการให้บริการให้สอดคล้องกับความต้องการของพนักงานจริง นอกจากนี้ยังช่วยสนับสนุนการบริหารจัดการความหนาแน่นของคนเพื่อลดความแออัด เพิ่มความสะดวกสบาย และยกระดับประสบการณ์ของผู้ใช้บริการ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านความปลอดภัย เช่น การตรวจสอบจำนวนคนในพื้นที่เสี่ยง การควบคุมปริมาณคนเข้า-ออกในพื้นที่จำกัด และการแจ้งเตือนเมื่อมีความแออัดเกินค่าที่กำหนด เพื่อป้องกันอุบัติเหตุหรือเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2564)

จากความสามารถดังกล่าว ระบบนับจำนวนคนจึงถือเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีสำคัญที่สนับสนุนการพัฒนาองค์กรสู่แนวคิดอัจฉริยะ และเมืองอัจฉริยะ เนื่องจากสามารถสร้างและประมวลผลข้อมูลเชิงสถิติแบบเรียลไทม์ที่มีความถูกต้องและเชื่อถือได้ โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้งานพื้นที่ การคาดการณ์ปริมาณผู้ใช้งานในอนาคต นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากร เช่น การจัดสรรบุคลากร การบริหารพื้นที่ และการควบคุมการใช้พลังงานให้เหมาะสมกับปริมาณผู้ใช้งานจริง อีกทั้งยังมีส่วนช่วยลดความแออัดในพื้นที่ เสริมสร้างความปลอดภัย และยกระดับคุณภาพการให้บริการ โดยเฉพาะในพื้นที่สาธารณะหรือองค์กรขนาดใหญ่ ซึ่งต้องอาศัยข้อมูลที่ถูกต้องและทันเวลาในการสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารให้เป็นอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับสถานการณ์จริงมากขึ้น

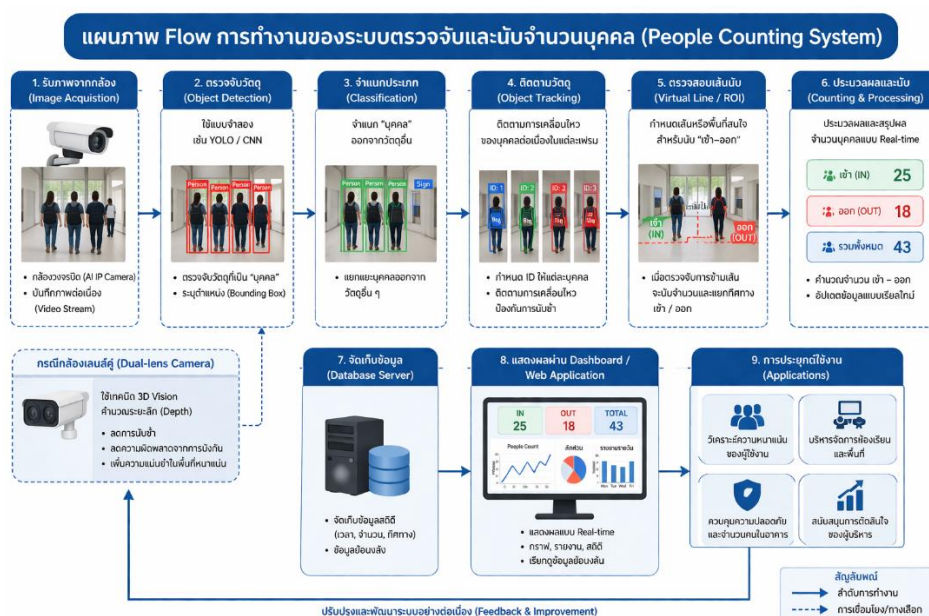
2.4 หลักการทำงานของระบบตรวจจับและนับจำนวนบุคคล

ระบบตรวจจับและนับจำนวนบุคคล (People Counting System) เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Computer Vision) ร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) เพื่อให้สามารถตรวจจับ ติดตาม และนับจำนวนบุคคลในพื้นที่ที่ได้โดยอัตโนมัติ โดยกระบวนการทำงานหลักของระบบประกอบด้วย การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) การจำแนกประเภท (Classification) และการติดตามวัตถุ (Object Tracking)

ในขั้นตอนการตรวจจับวัตถุ ระบบจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) ในการวิเคราะห์ภาพจากกล้องวงจรปิด เพื่อระบุวัตถุที่เป็นบุคคลภายในภาพ จากนั้นระบบจะทำการจำแนกประเภทของวัตถุ เพื่อแยกแยะบุคคลออกจากวัตถุประเภทอื่น และดำเนินการติดตามการเคลื่อนที่ของบุคคลในแต่ละเฟรมภาพอย่างต่อเนื่อง

สำหรับกระบวนการนับจำนวนบุคคล ระบบมักใช้หลักการกำหนดเส้นสมมติ (Virtual Line) หรือพื้นที่สนใจ (Region of Interest: ROI) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการนับจำนวนบุคคลที่เคลื่อนที่ผ่านจุดที่กำหนด โดยสามารถแยกทิศทางการเข้า-ออกของบุคคลได้อย่างชัดเจน

นอกจากนี้ ในกรณีของกล้องแบบเลนส์คู่ (Dual-lens Camera) จะมีการประยุกต์ใช้เทคนิคการมองเห็นแบบสามมิติ (3D Vision) เพื่อคำนวณระยะลึก (Depth) ของวัตถุ ซึ่งช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากการนับซ้ำ การบังกันของบุคคล และเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูง ส่งผลให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Hikvision, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 2.3 ภาพหลักการทำงานของระบบตรวจจับและนับจำนวนบุคคล

2.5 การคำนวณขนาดฮาร์ดดิสก์ (HDD)

การคำนวณขนาดฮาร์ดดิสก์สำหรับระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) เป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยให้สามารถวางแผนการจัดเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมั่นใจได้ว่าระบบจะสามารถบันทึกภาพได้ครบถ้วนตามระยะเวลาที่กำหนด โดยเฉพาะเมื่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลที่ออกแบบมาสำหรับงานเฝ้าระวังโดยเฉพาะจาก Seagate Technology ซึ่งรองรับการทำงานต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง ปัจจุบันมีเครื่องมือช่วยคำนวณที่ใช้ทำงานง่าย เช่น Seagate Video Storage Calculator ที่ผู้ใช้งานสามารถระบุข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ จำนวนกล้อง ความละเอียดของภาพ (เช่น HD หรือ Full HD) ชั่วโมงการบันทึกต่อวัน และจำนวนวันที่ต้องการจัดเก็บข้อมูล เพื่อประเมินขนาดพื้นที่จัดเก็บที่เหมาะสมได้อย่างรวดเร็ว

หลักการคำนวณโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับปริมาณข้อมูลวิดีโอที่เกิดจากกล้องแต่ละตัว ซึ่งจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนกล้องและความละเอียดของภาพ อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์จากการคำนวณดังกล่าวเป็นเพียงค่าประมาณ เนื่องจากปริมาณข้อมูลจริงอาจแตกต่างกันไปตามปัจจัยแวดล้อม เช่น ระดับการเคลื่อนไหวภายในภาพ หรือการตั้งค่าการบันทึกแบบตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion Detection) ดังนั้น เพื่อให้ระบบมีความเสถียรและรองรับการใช้งานในระยะยาว ควรเลือกขนาดฮาร์ดดิสก์ที่มีความจุสูงกว่าค่าที่คำนวณได้ประมาณ 20–30% เพื่อป้องกันปัญหาพื้นที่จัดเก็บไม่เพียงพอและลดความถี่ในการปรับปรุงอุปกรณ์ในอนาคต

The screenshot displays the Seagate Video Storage Calculator interface. At the top, there is a navigation bar with the Seagate logo and various menu items like 'Products', 'Solutions', 'Innovation', 'Support', 'About', and 'Store'. Below the navigation bar, there is a section titled 'Required Storage Space' which shows a result of '0.00 MB'. To the left of this result, there are several sliders and dropdown menus for configuring camera settings: 'Number of Cameras', 'Frames per second', 'Hours per day', 'Number of Days Stored', 'Resolution' (set to 1080p), 'Video Quality' (set to Medium), and 'Compression Type' (set to MJPEG). The Skyhawk Surveillance logo is prominently displayed below the storage result, along with a 'LEARN MORE' button.

ภาพที่ 2.4 ภาพแปรรูป Seagate Video Storage Calculator

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 การใช้ AI ในการตรวจจับบุคคล

จากการศึกษางานวิจัยและการพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศไทย พบว่ามีการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบกล้องวงจรปิดอย่างแพร่หลาย เพื่อการตรวจจับบุคคลและวิเคราะห์พฤติกรรมในพื้นที่ต่าง ๆ ได้อย่างต่อเนื่องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการนำเทคนิคด้านการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) และการประมวลผลภาพ (Computer Vision) มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากภาพและวิดีโอ ซึ่งช่วยให้ระบบสามารถแยกแยะบุคคล วัตถุ และพฤติกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการตรวจสอบโดยมนุษย์หรือการประมวลผลแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ ระบบยังสามารถกำหนดเงื่อนไขในการแจ้งเตือนเมื่อพบพฤติกรรมที่ผิดปกติ เช่น การบุกรุกพื้นที่ต้องห้าม หรือการเคลื่อนไหวในลักษณะที่น่าสงสัย

ตัวอย่างการพัฒนาที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ การพัฒนาระบบตรวจจับบุคคลที่มีความเสี่ยงในการอาชญากรรม โดยใช้เทคโนโลยี AI ร่วมกับการวิเคราะห์ภาพจากกล้องวงจรปิดแบบเรียลไทม์ ซึ่งสามารถช่วยระบุพฤติกรรมที่ผิดปกติ และแจ้งเตือนเจ้าหน้าที่ได้อย่างทันท่วงที ส่งผลให้สามารถป้องกันเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Thailand Plus, 2565)

นอกจากนี้ ยังมีการนำ AI มาใช้ในการพัฒนาระบบวิเคราะห์ภาพจากกล้องวงจรปิดในด้านความปลอดภัยในหลากหลายรูปแบบ เช่น การตรวจจับวัตถุ (Object Detection) การติดตามบุคคล (Object Tracking) การรู้จำใบหน้า (Face Recognition) และการวิเคราะห์เหตุการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้ อาศัยอัลกอริทึม Deep Learning ในการเรียนรู้รูปแบบข้อมูล และสามารถปรับปรุงความแม่นยำของระบบได้อย่างต่อเนื่องเมื่อมีข้อมูลเพิ่มมากขึ้น

อีกทั้งยังมีการนำเทคโนโลยี AI ไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมและเมืองอัจฉริยะ (Smart City) เช่น ระบบวิเคราะห์การจราจร ระบบตรวจสอบความหนาแน่นของประชากร และระบบเฝ้าระวังความปลอดภัยในพื้นที่สาธารณะ ซึ่งช่วยสนับสนุนการบริหารจัดการพื้นที่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงจากเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ และเพิ่มความปลอดภัยให้กับประชาชน (ฐานเศรษฐกิจ, 2568)

จากแนวโน้มดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาระบบตรวจจับบุคคลจากกล้องวงจรปิด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านความปลอดภัยและการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม

2.6.2 การประยุกต์ใช้ AI ในงานวิจัยของประเทศไทย

เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนา งานวิจัยและนวัตกรรมในประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง โดยหน่วยงานภาครัฐได้มีการส่งเสริมและสนับสนุน การนำ AI ไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายสาขา เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศและ รองรับการเปลี่ยนแปลงในยุคดิจิทัล (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ, 2566)

ในด้านการวิจัย เทคโนโลยี AI ถูกนำมาใช้ในหลายมิติ เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data Analytics) การประมวลผลภาพ (Computer Vision) และการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing: NLP) ซึ่งช่วยให้นักวิจัยสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความซับซ้อนได้ อย่างรวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในงานที่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก เช่น งานด้านสาธารณสุข การเกษตร และการคมนาคม (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2565)

ในประเทศไทย หน่วยงานอย่างศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ได้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี AI และสนับสนุนการนำไปใช้ในงานวิจัยและ ภาคอุตสาหกรรม เช่น การพัฒนาระบบรู้จำเสียงภาษาไทย ระบบแปลภาษาอัตโนมัติ และระบบวิเคราะห์ ภาพจากกล้องวงจรปิด ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและลดภาระของมนุษย์ (ศูนย์ เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2565)

นอกจากนี้ AI ยังถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยด้านความปลอดภัยและการเฝ้าระวัง เช่น การใช้ เทคนิค Deep Learning ในการตรวจจับวัตถุและบุคคลจากภาพวิดีโอ การวิเคราะห์พฤติกรรม และการ แจ้งเตือนเหตุการณ์ผิดปกติ ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดอัจฉริยะ (Smart CCTV) และการบริหารจัดการพื้นที่ในองค์กรและพื้นที่สาธารณะ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2564)

อีกทั้งยังมีการนำ AI ไปใช้ในงานวิจัยด้านเมืองอัจฉริยะ (Smart City) เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลจราจร การจัดการพลังงาน และการวางแผนโครงสร้างพื้นฐาน โดยใช้ข้อมูลจากเซนเซอร์และระบบกล้อง วงจรปิดร่วมกับเทคโนโลยี AI เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการเมือง และยกระดับคุณภาพชีวิต ของประชาชน (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2565)

จากการประยุกต์ใช้ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มีบทบาทสำคัญในการ พัฒนางานวิจัยของประเทศไทยในหลายด้าน โดยช่วยเพิ่มความแม่นยำ ความรวดเร็ว และประสิทธิภาพ ในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายและการพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ซึ่งเป็น ปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศสู่เศรษฐกิจดิจิทัลในอนาคต



ภาพที่ 2.5 ภาพแผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อการพัฒนาประเทศไทย
ที่มา <https://www.ai.in.th/national-ai-committee/>

2.6.3 การประยุกต์ใช้ระบบ CCTV ในการบริหารจัดการพื้นที่

ระบบกล้องวงจรปิด (Closed-Circuit Television : CCTV) เป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญในการเฝ้าระวังและรักษาความปลอดภัยในพื้นที่ต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบ CCTV จากการเป็นเพียงเครื่องมือบันทึกภาพ มาเป็นระบบอัจฉริยะที่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยเทคโนโลยี

ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และการวิเคราะห์ภาพ (Video Analytics) เข้ามาช่วยในการประมวลผลข้อมูล (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2564)

การประยุกต์ใช้ระบบ CCTV ในการบริหารจัดการพื้นที่ที่สามารถดำเนินการได้ในหลายรูปแบบ เช่น การตรวจสอบจำนวนผู้ใช้งานในพื้นที่ การวิเคราะห์ความหนาแน่นของบุคคล และการติดตามการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งาน โดยข้อมูลที่ได้จากระบบสามารถนำไปใช้ในการวางแผนและปรับปรุงการใช้พื้นที่ให้เหมาะสมกับปริมาณผู้ใช้งานจริง เช่น การจัดสรรพื้นที่ การบริหารจัดการคิว และการลดความแออัดในพื้นที่ที่มีความเสี่ยง (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, 2565)

นอกจากนี้ ระบบ CCTV ที่ผสมผสานกับเทคโนโลยี AI ยังสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้งานพื้นที่ เช่น การระบุจุดที่มีการใช้งานสูง (Hotspot Analysis) และช่วงเวลาที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้งานมาก (Peak Time Analysis) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถช่วยให้ผู้บริหารสามารถวางแผนการให้บริการและการจัดสรรทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การเพิ่มบุคลากรในช่วงเวลาที่มีผู้ใช้งานจำนวนมาก หรือการปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้บริการให้เหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้ใช้งาน (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2565)

ในบริบทของประเทศไทย ระบบ CCTV ได้ถูกนำมาใช้ในหลายภาคส่วน เช่น หน่วยงานภาครัฐ สถานศึกษา และพื้นที่สาธารณะ โดยมีการพัฒนาไปสู่ระบบอัจฉริยะที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อใช้ในการตัดสินใจและการบริหารจัดการพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น การใช้ระบบ CCTV ในการควบคุมความหนาแน่นของผู้ใช้งานในสถานที่สาธารณะ หรือการใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสนับสนุนการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart City) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน (สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ, 2566)

จากการประยุกต์ใช้ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าระบบ CCTV ไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือด้านความปลอดภัยเท่านั้น แต่ยังสามารถเป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุนการบริหารจัดการพื้นที่ในเชิงกลยุทธ์ โดยช่วยให้การตัดสินใจมีความแม่นยำ รวดเร็ว และสอดคล้องกับสถานการณ์จริงมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาองค์กรไปสู่การเป็นองค์กรอัจฉริยะในยุคดิจิทัล

2.7 การประยุกต์ใช้ระบบในองค์กร (Smart Campus)

ระบบนับจำนวนบุคคลสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในองค์กร โดยเฉพาะในแนวคิดมหาวิทยาลัยอัจฉริยะ (Smart Campus) ซึ่งมุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรและเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการ โดยระบบสามารถนำไปใช้ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- การวิเคราะห์ความหนาแน่นของผู้ใช้งานในพื้นที่
ใช้สำหรับตรวจสอบจำนวนผู้ใช้งานในแต่ละพื้นที่แบบเรียลไทม์ เพื่อระบุจุดที่มีความแออัดและช่วงเวลาที่มีการใช้งานสูง

- การบริหารจัดการห้องเรียนและพื้นที่ส่วนกลาง
ช่วยในการวางแผนการใช้ห้องเรียน ห้องประชุม และพื้นที่ส่วนกลางให้เหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้งานจริง
- การควบคุมความปลอดภัยภายในอาคาร
ใช้ในการตรวจสอบจำนวนบุคคลในพื้นที่เสี่ยง และสามารถแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนคนเกินกว่าที่กำหนด
- การสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหาร
ข้อมูลเชิงสถิติที่ได้จากระบบสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ วางแผน และกำหนดนโยบายในการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการประยุกต์ใช้ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าระบบนับจำนวนบุคคลเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาองค์กรไปสู่การเป็น Smart Campus โดยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร ลดความแออัด และยกระดับคุณภาพการให้บริการภายในองค์กร



ภาพที่ 2.6 ภาพการประยุกต์ใช้ระบบนับจำนวนบุคคลในองค์กร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 การวิเคราะห์ระบบเดิม

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการสำรวจและวิเคราะห์ระบบกล้องวงจรปิด (Closed-Circuit Television : CCTV) ที่ใช้งานอยู่ในมหาวิทยาลัยขอนแก่นอย่างเป็นระบบ โดยครอบคลุมทั้งในด้านโครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่าย (Network Infrastructure) องค์ประกอบของอุปกรณ์ (Hardware Architecture) รูปแบบการใช้งานของผู้ดูแลระบบ (User Operation) ตลอดจนกระบวนการจัดเก็บและเรียกใช้งานข้อมูล (Data Management) เพื่อประเมินศักยภาพและข้อจำกัดของระบบในการรองรับการใช้งานด้านการบริหารจัดการข้อมูลในยุคดิจิทัล

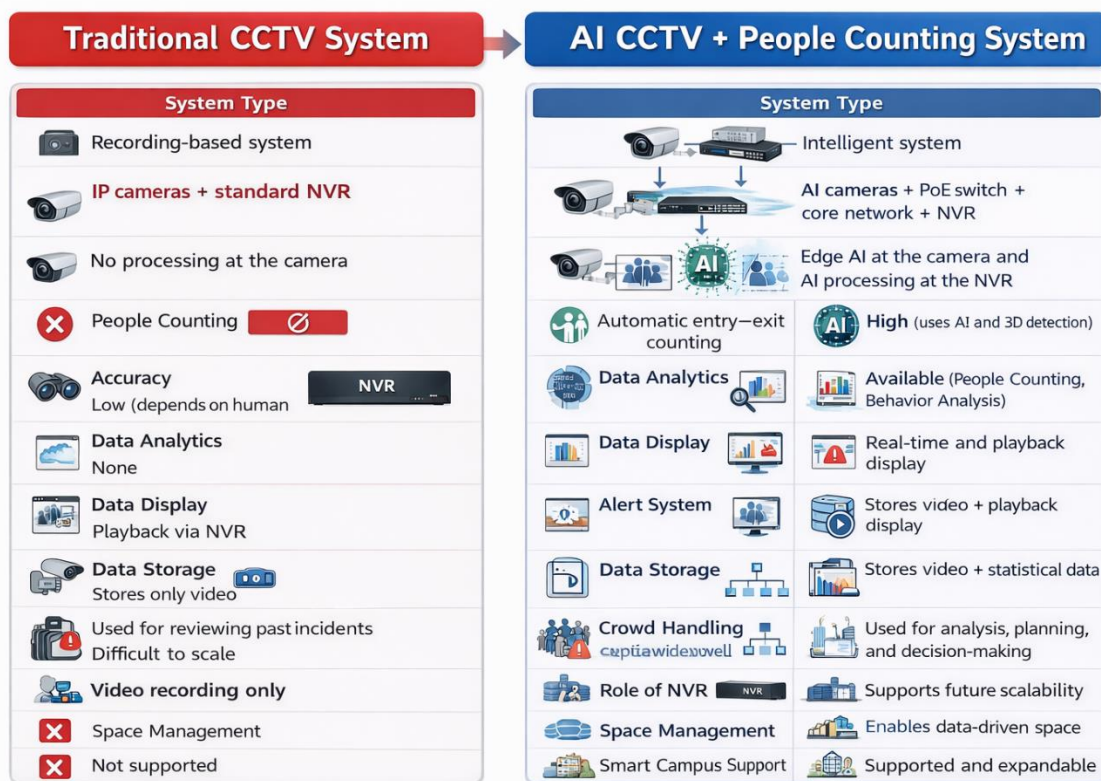
จากผลการศึกษาพบว่า ระบบกล้องวงจรปิดที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันเป็นระบบพื้นฐานที่ออกแบบมาเพื่อวัตถุประสงค์ด้านความปลอดภัยเป็นหลัก (Security-Oriented System) โดยเน้นการเฝ้าระวัง (Monitoring) และการบันทึกภาพเหตุการณ์ (Recording) กล้องวงจรปิดจะทำหน้าที่บันทึกภาพและส่งสัญญาณภาพผ่านเครือข่ายไปยังเครื่องบันทึกภาพเครือข่าย (Network Video Recorder : NVR) เพื่อจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบวิดีโอ ซึ่งสามารถเรียกดูย้อนหลังได้ตามเวลาที่กำหนด ทั้งนี้ ระบบดังกล่าวมีความเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการใช้งานด้านการรักษาความปลอดภัย เช่น การตรวจสอบเหตุการณ์ผิดปกติ การติดตามบุคคลต้องสงสัย และการใช้เป็นหลักฐานประกอบในกรณีเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในมิติของการนำข้อมูลไปใช้เชิงวิเคราะห์ พบว่าระบบเดิมยังมีข้อจำกัดสำคัญหลายประการ กล่าวคือ ระบบถูกออกแบบมาในลักษณะ Passive System ซึ่งเน้นการเก็บข้อมูลมากกว่าการสร้างมูลค่าจากข้อมูล ส่งผลให้ไม่สามารถประมวลผลหรือวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกได้โดยอัตโนมัติ (Automated Analytics) ผู้ใช้งานจึงต้องอาศัยการตรวจสอบภาพย้อนหลังด้วยตนเอง (Manual Review) ซึ่งใช้เวลานาน มีความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยมนุษย์ (Human Error) และไม่สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ต้องการข้อมูลแบบทันที (Real-time Decision Making) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ ระบบยังขาดการบูรณาการเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์ภาพ (Video Analytics) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการแปลงข้อมูลภาพ (Unstructured Data) ให้เป็นข้อมูลเชิงโครงสร้าง (Structured Data) ที่สามารถนำไปใช้ต่อยอดได้ ส่งผลให้ระบบไม่สามารถตรวจจับวิเคราะห์ และตีความพฤติกรรมของบุคคลหรือกลุ่มคนได้ เช่น การวิเคราะห์ความหนาแน่นของพื้นที่ (Crowd Density Analysis) การตรวจจับรูปแบบการเคลื่อนที่ (Movement Pattern Analysis) หรือการระบุเหตุการณ์ผิดปกติแบบอัตโนมัติ (Anomaly Detection)

อีกทั้ง ระบบยังไม่สามารถรองรับฟังก์ชันการนับจำนวนบุคคลเข้า-ออกพื้นที่ (People Counting) ได้ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการบริหารจัดการพื้นที่ โดยเฉพาะในบริบทของสำนักเทคโนโลยี ดิจิทัลที่มีการใช้งานพื้นที่ร่วมกันของนักศึกษา บุคลากร และผู้มาติดต่อจำนวนมากในแต่ละวัน การขาดข้อมูลดังกล่าวทำให้ไม่สามารถประเมินการใช้งานพื้นที่ได้อย่างแม่นยำ รวมถึงไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนทรัพยากร เช่น การจัดสรรพื้นที่ การบริหารจัดการความหนาแน่น หรือการเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ

จากข้อจำกัดทั้งหมดที่กล่าวมา แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าระบบกล้องวงจรปิดแบบเดิมยังไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการด้านการบริหารจัดการเชิงข้อมูล (Data-driven Management) ได้อย่างมีประสิทธิภาพในบริบทขององค์กรสมัยใหม่ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาระบบให้มีความสามารถในการประมวลผล วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลได้อย่างชาญฉลาด โดยเฉพาะในรูปแบบเรียลไทม์ (Real-time Analytics) เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ ลดภาระการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาสู่มหาวิทยาลัยอัจฉริยะ (Smart Campus) ในอนาคต



ภาพที่ 3.1 ภาพการเปรียบเทียบ ระบบ CCTV เดิม กับระบบที่พัฒนาขึ้นด้วย AI CCTV

ตารางเปรียบเทียบระบบ CCTV เดิม กับระบบที่พัฒนาขึ้นด้วย AI CCTV

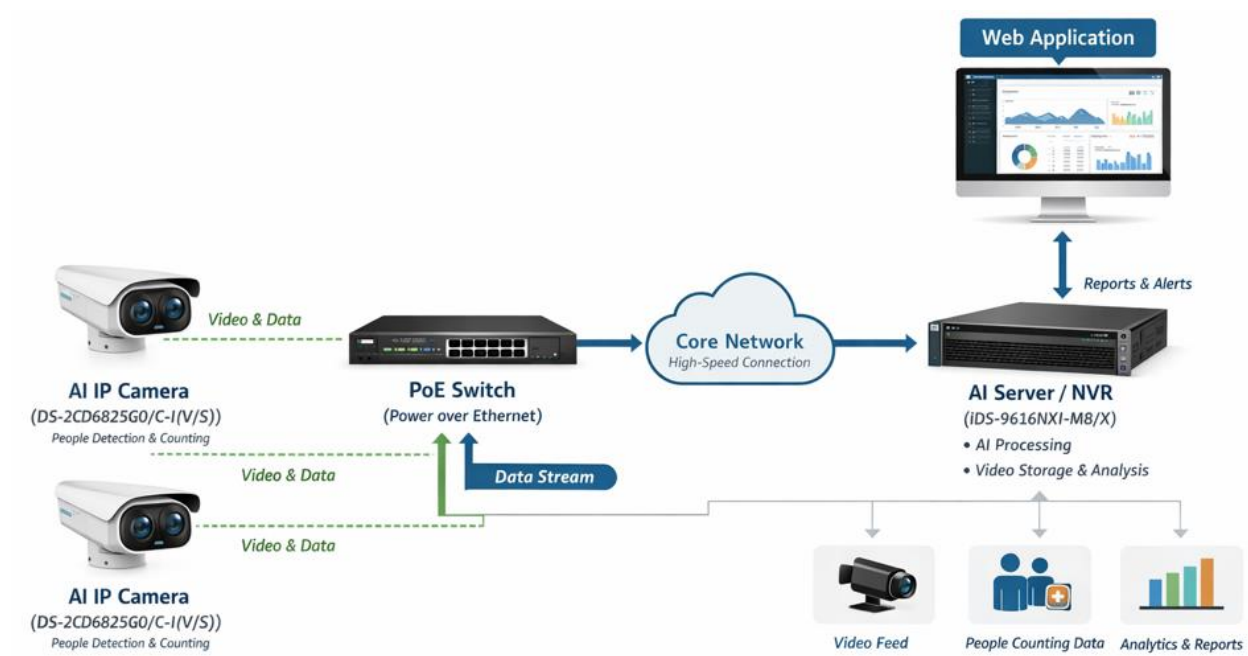
รายการเปรียบเทียบ	ระบบเดิม CCTV	ระบบที่พัฒนา AI CCTV + People Counting
รูปแบบระบบ	ระบบบันทึกภาพ (Recording-based)	ระบบอัจฉริยะ (Intelligent System)
อุปกรณ์หลัก	กล้อง IP + NVR ทั่วไป	กล้อง AI + PoE Switch + Core Network + NVR
การประมวลผล	ไม่มีการประมวลผลที่กล้อง	มี Edge AI ที่กล้อง และ AI ที่ NVR
การนับจำนวนคน	ไม่สามารถทำได้	สามารถนับจำนวนเข้า-ออกได้แบบอัตโนมัติ
ความแม่นยำ	ต่ำ (ขึ้นกับการดูของมนุษย์)	สูง (ใช้ AI และ 3D Detection)
การวิเคราะห์ข้อมูล	ไม่มี	มี (People Counting, Behavior Analysis)
การแสดงผลข้อมูล	ดูภาพย้อนหลังผ่าน NVR	แสดงผลแบบ Real-time และย้อนหลัง
การแจ้งเตือน	ไม่มีระบบอัตโนมัติ	สามารถตั้งค่าแจ้งเตือนได้ (Event-based)
การจัดเก็บข้อมูล	เก็บเฉพาะวิดีโอ	เก็บทั้งวิดีโอ + ข้อมูลเชิงสถิติ
การใช้งานข้อมูล	ใช้ตรวจสอบเหตุการณ์ย้อนหลัง	ใช้วิเคราะห์ วางแผน และตัดสินใจ
การรองรับความหนาแน่น	ประสิทธิภาพลดลงเมื่อคนเยอะ	รองรับได้ดีด้วย 3D Tracking
การขยายระบบ	ขยายยาก	รองรับการขยายระบบในอนาคต
บทบาทของ NVR	บันทึกภาพอย่างเดียว	บันทึก + วิเคราะห์ + จัดการข้อมูล
การบริหารจัดการพื้นที่	ไม่สามารถทำได้	สามารถใช้ข้อมูลเพื่อบริหารพื้นที่
การรองรับ Smart Campus	ไม่รองรับ	รองรับและต่อยอดได้

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบระบบ CCTV เดิม กับระบบที่พัฒนาขึ้นด้วย AI CCTV

3.2 การออกแบบระบบใหม่

เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของระบบกล้องวงจรปิดเดิมที่ไม่สามารถรองรับการใช้งานเชิงวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ศึกษาได้ออกแบบระบบกล้องวงจรปิดแบบนับจำนวนคน (People Counting System) โดยนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และการวิเคราะห์ภาพ (Video Analytics) มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน เพื่อเพิ่มความสามารถของระบบให้สามารถตรวจจับ วิเคราะห์ และนับจำนวนบุคคลได้โดยอัตโนมัติ

ระบบที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการพื้นที่ โดยสามารถจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบเชิงสถิติ เช่น จำนวนผู้เข้า-ออกในแต่ละช่วงเวลา ความหนาแน่นของผู้ใช้งานในพื้นที่ และแนวโน้มการใช้งาน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์และสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ระบบยังรองรับการแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ผ่าน Web Application ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามสถานการณ์ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว



ภาพที่ 3.2 ภาพการออกแบบระบบกล้องวงจรปิดแบบนับจำนวนคน

3.2.1 สถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture) [ปรับตามใช้งานจริง]

สถาปัตยกรรมของระบบที่พัฒนาในงานวิจัยนี้ถูกออกแบบในรูปแบบของระบบเครือข่ายแบบรวมศูนย์ (Centralized System) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถบริหารจัดการข้อมูลจากกล้องวงจรปิดและประมวลผลข้อมูลด้านการนับจำนวนบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบเดียวกัน การออกแบบดังกล่าวช่วยให้สามารถควบคุม ดูแล และตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดจากศูนย์กลาง ลดความซับซ้อนของระบบ พร้อมทั้งรองรับการจัดเก็บและแสดงผลข้อมูล โดยมีองค์ประกอบหลักจำนวน 4 ส่วน ดังนี้

1) AI IP Camera

กล้องวงจรปิดแบบไอพี (IP Camera) ที่รองรับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์หลักในการรับภาพจากพื้นที่ที่กำหนด โดยมีความสามารถในการประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น (Edge Processing) ภายในตัว เช่น การตรวจจับบุคคล (People Detection), การนับจำนวนบุคคล (People Counting), การจำแนกวัตถุ (Object Classification) และการตรวจจับเหตุการณ์ผิดปกติ (Abnormal Event Detection) พร้อมทั้งสามารถคัดกรองและส่งเฉพาะข้อมูลหรือเหตุการณ์สำคัญไปยังระบบบริหารจัดการวิดีโอ (VMS) ซึ่งช่วยลดปริมาณข้อมูลที่ต้องส่งผ่านเครือข่าย ลดภาระของระบบประมวลผลส่วนกลาง เพิ่มความเร็วในการตอบสนอง ลดความหน่วงของระบบ และเพิ่มประสิทธิภาพรวมถึงความปลอดภัยในการจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) PoE Switch (Power over Ethernet Switch)

อุปกรณ์เครือข่ายที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกล้องวงจรปิดเข้ากับระบบเครือข่ายหลัก โดยรองรับเทคโนโลยี Power over Ethernet (PoE) ซึ่งสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าและรับส่งข้อมูลผ่านสาย LAN เพียงเส้นเดียว ส่งผลให้ลดความซับซ้อนในการติดตั้ง ลดจำนวนสายไฟที่ต้องใช้งาน และลดต้นทุนด้านโครงสร้างพื้นฐานของระบบ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการติดตั้งอุปกรณ์ในพื้นที่ต่าง ๆ และเอื้อต่อการบริหารจัดการและบำรุงรักษาระบบในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) Core Network

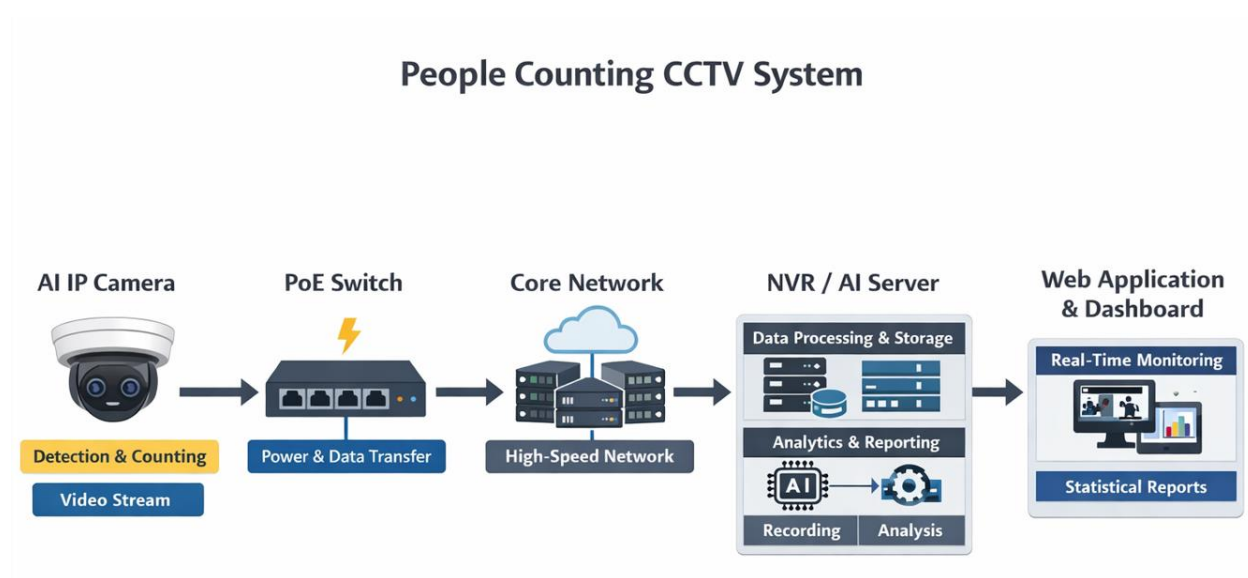
โครงสร้างพื้นฐานของระบบเครือข่ายหลักของมหาวิทยาลัย ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบ เช่น กล้องวงจรปิด เครื่องบันทึก และระบบแสดงผล โดยต้องรองรับปริมาณข้อมูลจำนวนมาก (High Bandwidth) และสามารถให้บริการรับส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time Communication) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังต้องมีระบบสำรอง (Redundancy) เพื่อป้องกันความล้มเหลวของระบบ

4) NVR (Network Video Recorder) หรือ AI Server

เครื่องบันทึกภาพเครือข่าย (Network Video Recorder : NVR) หรือเซิร์ฟเวอร์ประมวลผลปัญญาประดิษฐ์ (AI Server) ทำหน้าที่ในการรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลภาพจากกล้องวงจรปิด รวมถึง

บริหารจัดการระบบกล้องทั้งหมด โดยในกรณีของ NVR จะเน้นการบันทึกและเรียกดูภาพย้อนหลัง และจะมีความสามารถเพิ่มเติมในการประมวลผลขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์พฤติกรรม การตรวจจับเหตุการณ์ผิดปกติ และการสร้างข้อมูลเชิงสถิติ เช่น จำนวนคนในแต่ละช่วงเวลา หรือแนวโน้มการใช้งานพื้นที่ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนและตัดสินใจเชิงบริหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยภาพรวม สถาปัตยกรรมระบบที่ออกแบบนี้ช่วยให้การทำงานของระบบนับจำนวนคนมีความแม่นยำ รวดเร็ว และสามารถรองรับการใช้งานในระดับองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถต่อยอดไปสู่การพัฒนาาระบบอัจฉริยะในอนาคต เช่น การวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้งาน หรือการบริหารจัดการพื้นที่แบบอัตโนมัติได้อย่างยั่งยืน



ภาพที่ 3.3 ภาพแผนผังระบบ Data Flow Diagram

เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์ หน้าที และข้อมูลที่เก็บ สามารถจัดทำเป็นตารางดังนี้

ลำดับ	อุปกรณ์	หน้าที่หลัก	ประเภทข้อมูลที่จัดเก็บ / ส่งต่อ
1	AI IP Camera	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจจับภาพจากพื้นที่ - ประมวลผลเบื้องต้นด้วย AI (Edge Processing) - ตรวจจับบุคคลและนับจำนวนคน - ตรวจจับเหตุการณ์ผิดปกติ 	<ul style="list-style-type: none"> - ภาพวิดีโอ (Video Stream) - ข้อมูลจำนวนคนเข้า-ออก (People Count) - Metadata (เช่น Object, Event) - เหตุการณ์ผิดปกติ (Event Data)

ลำดับ	อุปกรณ์	หน้าที่หลัก	ประเภทข้อมูลที่จัดเก็บ / ส่งต่อ
2	PoE Switch	- เชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบเครือข่าย - จ่ายไฟให้กล้องผ่านสาย LAN - รับ-ส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์	- ข้อมูลเครือข่าย (Network Traffic) - Video Stream จากกล้อง - Metadata ที่ส่งผ่านระบบ
3	Core Network	- เป็นโครงสร้างพื้นฐานหลักของเครือข่าย - จัดการการรับ-ส่งข้อมูลทั้งหมด - รองรับการสื่อสารแบบ Real-time	- ข้อมูลวิดีโอความละเอียดสูง - ข้อมูลการสื่อสารทั้งหมดในระบบ - Log การใช้งานเครือข่าย
4	NVR / AI Server	- บันทึกและจัดเก็บวิดีโอ - ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง - แสดงผลและบริหารจัดการระบบ	- วิดีโอย้อนหลัง (Recorded Video) - ข้อมูลสถิติ (People Counting Data) - ข้อมูลวิเคราะห์พฤติกรรม (Analytics) - Log และรายงานระบบ

ตารางที่ 2 ตารางสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การพัฒนาาระบบนับจำนวนบุคคลโดยใช้กล้องวงจรปิดร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ดำเนินการอย่างเป็นระบบตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพ สามารถใช้งานได้จริง และสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ติดตั้ง โดยกระบวนการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

3.3.1 การสำรวจพื้นที่ติดตั้ง

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการสำรวจพื้นที่เป้าหมายภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยพิจารณาปัจจัยด้านกายภาพของพื้นที่ ได้แก่ ทางเข้า-ออกอาคาร ความกว้างของทางเดิน ระดับความสูงของเพดาน และตำแหน่งที่มีการใช้งานหนาแน่น (High Traffic Area) รวมถึงวิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อม เช่น สภาพแสง ทิศทางการเคลื่อนที่ของบุคคล และสิ่งกีดขวาง เพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่งติดตั้งกล้องให้เหมาะสม โดยคำนึงถึงมุมมองภาพ (Field of View) และความแม่นยำในการตรวจจับบุคคล



ภาพที่ 3.4 ภาพการดำเนินงานสำรวจจุดติดตั้งกล้อง

3.3.2 การออกแบบระบบ

เป็นขั้นตอนสำคัญในการกำหนดโครงสร้างของระบบ โดยผู้ศึกษาได้ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture) กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่าย และคัดเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น กล้องวงจรปิดที่รองรับ AI อุปกรณ์ PoE Switch สำหรับจ่ายพลังงานและรับส่งข้อมูล รวมถึงการเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายหลัก (Core Network) พร้อมทั้งวางแผนตำแหน่งติดตั้งกล้องให้ครอบคลุมพื้นที่ และรองรับการประมวลผลแบบเรียลไทม์ รวมถึงการขยายระบบในอนาคต

3.3.3 การติดตั้งอุปกรณ์

ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ตามแบบที่ออกแบบไว้ ประกอบด้วยการติดตั้งกล้องในตำแหน่งที่กำหนด การเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (LAN) ผ่าน PoE Switch และเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบเครือข่ายหลัก จากนั้นทำการตั้งค่าระบบ เช่น มุมมองกล้อง (Camera Angle) การกำหนดเส้นนับจำนวนบุคคล (Virtual Line) การตั้งค่า IP Address และการเชื่อมต่อกับเครื่องบันทึกภาพ (NVR) เพื่อให้ระบบสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3.4 การทดสอบระบบ

ผู้ศึกษาได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบในสภาพแวดล้อมจริง โดยตรวจสอบความสามารถในการตรวจจับบุคคล (People Detection) และการนับจำนวนบุคคล (People

Counting) รวมถึงความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากระบบ โดยทดสอบในหลายสถานการณ์ เช่น จำนวนคนเข้าออก ช่วงเวลาที่มีผู้ใช้งานหนาแน่นและช่วงเวลาปกติ เพื่อประเมินความเสถียรของระบบ และตรวจสอบความแม่นยำในกรณีที่มีการเคลื่อนที่หลายทิศทางหรือมีการบังกันของบุคคล

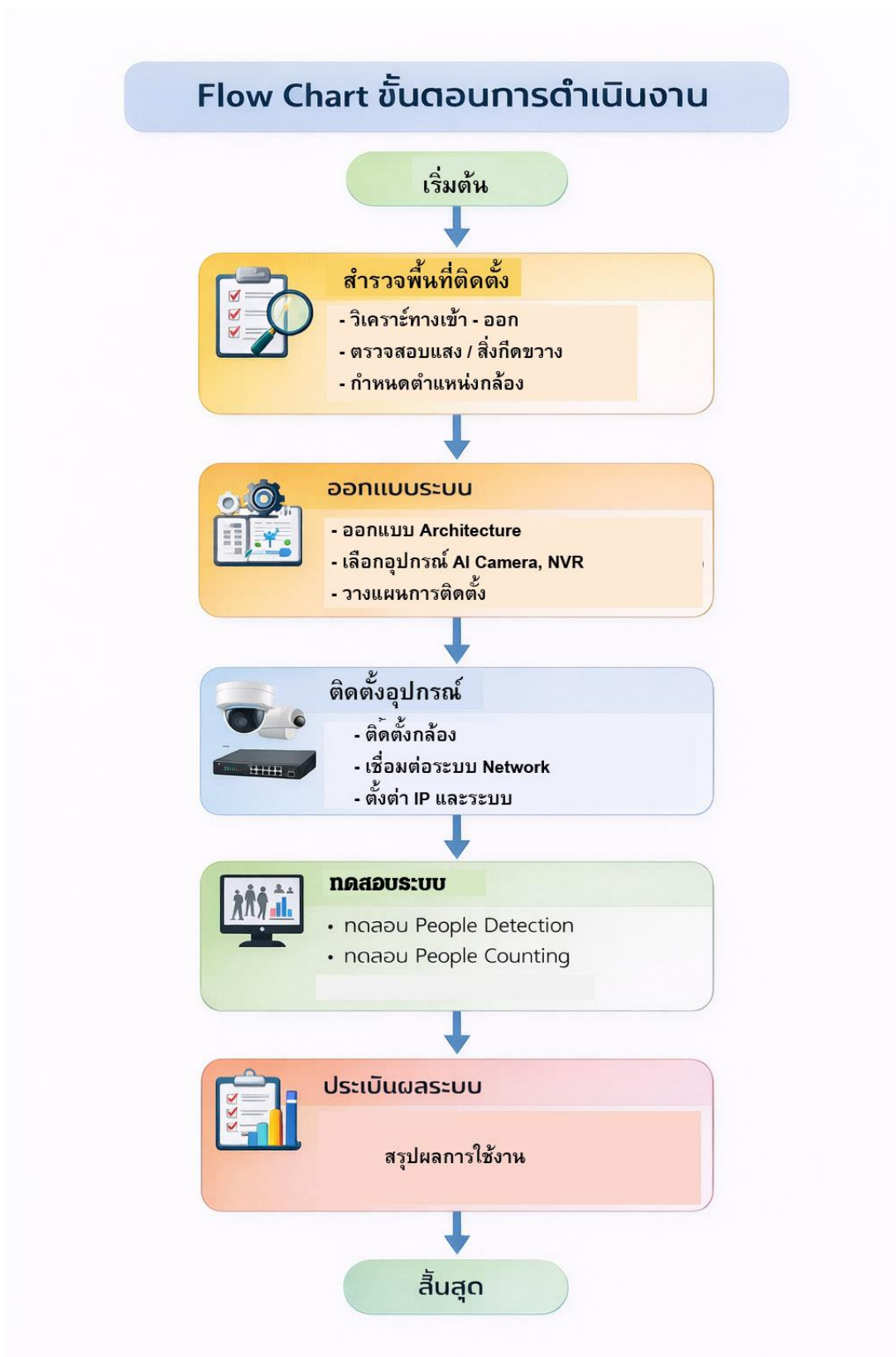
3.3.5 การประเมินผลระบบ

ดำเนินการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผลการทดสอบ โดยใช้ตัวชี้วัดสำคัญ ได้แก่ ความแม่นยำ (Accuracy) ความเสถียรของระบบ (Stability) และความสามารถในการใช้งานจริง (Usability) รวมถึงความเหมาะสมในการนำไปใช้สนับสนุนการบริหารจัดการพื้นที่ ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อสรุปผล และใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาระบบในอนาคต

จากกระบวนการดำเนินงานดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาระบบนับจำนวนบุคคลจำเป็นต้องอาศัยการวางแผนและดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้ระบบที่ได้มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 3.5 ภาพการดำเนินงานประเมินประสิทธิภาพของระบบ



ภาพที่ 3.6 ภาพ Flow Chart ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.4 รูปแบบการติดตั้งกล้อง (Camera Installation Design)

ในการติดตั้งกล้องวงจรปิดควรออกแบบโดยคำนึงถึงประสิทธิภาพในการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลเป็นหลัก โดยเลือกตำแหน่งติดตั้งในบริเวณที่สามารถมองเห็นการเคลื่อนที่ของบุคคลได้อย่างชัดเจน เช่น บริเวณทางเข้า-ออกอาคาร หรือพื้นที่ที่มีการสัญจรของผู้ใช้งานจำนวนมาก

โดยทั่วไป อุปกรณ์จะถูกติดตั้งบนเพดานในลักษณะหันลงด้านล่าง (Top-Down View) เพื่อสร้างพื้นที่ตรวจจับในลักษณะทรงกรวย (Detection Cone) ลงสู่พื้นด้านล่าง ซึ่งช่วยให้สามารถตรวจจับการเคลื่อนที่ของบุคคลได้อย่างชัดเจนและลดปัญหาการบังกันของวัตถุ และเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับและติดตามบุคคล โดยเฉพาะในกรณีที่มีผู้ใช้งานจำนวนมากในพื้นที่เดียวกัน



ภาพที่ 3.7 ภาพประกอบมุมติดตั้งกล้อง

ความสูงในการติดตั้งที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงประมาณ 2.1–6 เมตร จากระดับพื้น โดยความสูงดังกล่าวมีผลต่อขนาดของพื้นที่ตรวจจับ กล่าวคือ หากติดตั้งในระดับที่สูงขึ้นจะทำให้พื้นที่ครอบคลุมกว้างขึ้น แต่ในขณะเดียวกันอาจส่งผลให้ความละเอียดและความแม่นยำในการตรวจจับลดลง ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของอุปกรณ์แต่ละรุ่น

พื้นที่บริเวณด้านล่างของอุปกรณ์จะถูกกำหนดให้เป็นโซนสำหรับนับจำนวนบุคคล หรือที่เรียกว่า “ความกว้างในการนับ” (Counting Width) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ผู้ใช้งานต้องเคลื่อนที่ผ่านเพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับและ

บันทึกข้อมูลได้ โดยทั่วไป ความกว้างของโซนดังกล่าวจะอยู่ในช่วงประมาณ 1.8-4 เมตร ขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่ และประสิทธิภาพของอุปกรณ์

ในด้านการจัดวางตำแหน่ง ควรติดตั้งอุปกรณ์ให้อยู่บริเวณกึ่งกลางของทางเดินหรือจุดทางเข้า-ออก เพื่อให้ผู้ใช้งานเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ที่ตรวจจับโดยตรง และควรเว้นระยะห่างจากผนังหรือสิ่งกีดขวางประมาณ 0.5-1 เมตร เพื่อลดผลกระทบจากการรบกวนสัญญาณและเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับ

สำหรับการติดตั้งทั้งภายในและภายนอกอาคาร ควรเลือกตำแหน่งที่ไม่มีสิ่งกีดขวางในมุมมองของอุปกรณ์ และหลีกเลี่ยงการติดตั้งใกล้มุมหรือขอบพื้นที่มากเกินไป เนื่องจากอาจส่งผลให้ประสิทธิภาพในการตรวจจับลดลง

โดยสรุป การติดตั้งอุปกรณ์ให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ความสูงในการติดตั้ง พื้นที่ครอบคลุม ตำแหน่งติดตั้ง และสภาพแวดล้อมโดยรอบ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีความแม่นยำและให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือสำหรับการนำไปใช้งานต่อไป



ภาพที่ 3.8 ภาพแนวตั้งของตำแหน่งการติดตั้งในมุมมองเซ็นเซอร์

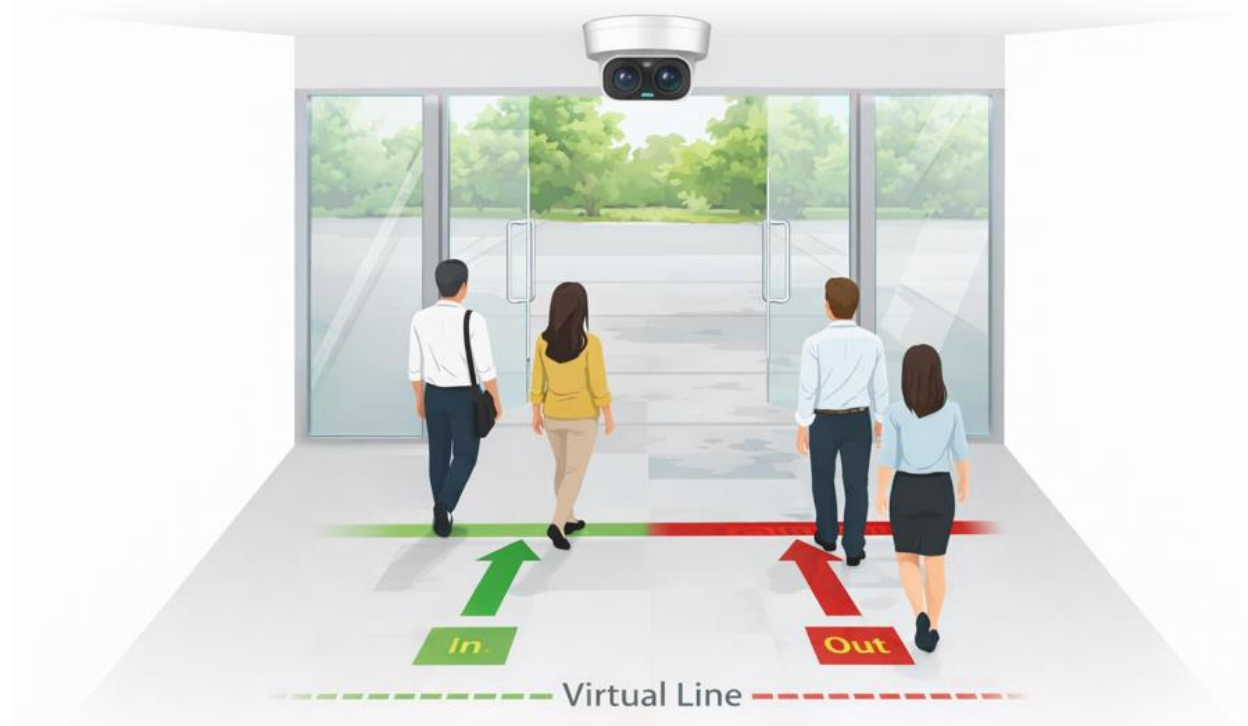
3.5 การกำหนดเส้นนับ (Counting Line Configuration)

การกำหนดเส้นนับ (Virtual Line) เป็นขั้นตอนสำคัญในการกำหนดเงื่อนไขการนับจำนวนบุคคลของระบบ โดยเส้นนับจะถูกกำหนดในบริเวณทางเข้า-ออกของพื้นที่ เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงในการตรวจนับและนับจำนวนบุคคลที่เคลื่อนที่ผ่าน

ในการตั้งค่าระบบ ผู้ศึกษาได้กำหนดทิศทางการนับ (Direction) เพื่อแยกจำนวนบุคคลที่เคลื่อนที่เข้าและออกจากพื้นที่อย่างชัดเจน โดยระบบจะทำการนับจำนวนเมื่อมีวัตถุที่ถูกจำแนกว่าเป็นบุคคล (Person) เคลื่อนที่ตัดผ่านเส้นที่กำหนดตามทิศทางที่ตั้งไว้

นอกจากนี้ ระบบยังสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการนับ เช่น การตั้งค่าความไวในการตรวจนับ (Sensitivity) การกำหนดขนาดวัตถุขั้นต่ำ (Minimum Object Size) และการกำหนดเงื่อนไขการติดตามวัตถุ (Tracking Conditions) เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากปัจจัยแวดล้อม เช่น การเคลื่อนที่พร้อมกันของหลายบุคคล การบังกันของวัตถุ (Occlusion) หรือสัญญาณรบกวนจากภาพ

จากการกำหนดเส้นนับและพารามิเตอร์ที่เหมาะสมดังกล่าว ช่วยให้ระบบสามารถนับจำนวนบุคคลได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์และบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างมีความน่าเชื่อถือ



ภาพที่ 3.9 ภาพการกำหนดเส้นนับ

3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการเก็บข้อมูล การตรวจวัด และการวิเคราะห์การนับจำนวนบุคคลในพื้นที่ เพื่อให้ผลการศึกษาแม่นยำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้ เครื่องมือที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ ฮาร์ดแวร์สำหรับเก็บข้อมูล และ ซอฟต์แวร์สำหรับประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1. ฮาร์ดแวร์สำหรับเก็บข้อมูล

ประกอบด้วยกล้องวงจรปิดแบบไอพีที่รองรับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI IP Camera) ซึ่งทำหน้าที่บันทึกภาพจากพื้นที่เป้าหมายและตรวจจับการเคลื่อนไหวของบุคคลแบบเรียลไทม์ โดยตัวกล้องสามารถประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น เช่น การตรวจจับบุคคล (People Detection) และการนับจำนวนบุคคล (People Counting) พร้อมทั้งจัดเก็บและส่งข้อมูลสถิติการเข้า-ออกของผู้ใช้งานไปยังระบบส่วนกลาง ทำให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์แนวโน้มการใช้งานพื้นที่ ความหนาแน่นของผู้ใช้งาน และพฤติกรรมกรรมการเคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ

3.6.2. ซอฟต์แวร์สำหรับประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

ประกอบด้วยระบบเครื่องบันทึกภาพเครือข่าย (Network Video Recorder: NVR) ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการรวบรวม จัดเก็บ และบริหารจัดการข้อมูลจากกล้องวงจรปิด โดยรองรับการบันทึกภาพวิดีโอจากกล้องหลายตัวพร้อมกัน และสามารถจัดเก็บข้อมูลย้อนหลังตามระยะเวลาที่กำหนด นอกจากนี้ ระบบยังรองรับการประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลจากกล้อง AI IP Camera เช่น การนับจำนวนบุคคลแบบเรียลไทม์ การสร้างรายงานสถิติการเข้า-ออก และการวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการใช้งานพื้นที่ อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบเหตุการณ์ผิดปกติ (Abnormal Event Detection) และนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.7 เหตุผลในการเลือกอุปกรณ์และเทคโนโลยี

การเลือกใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับและนับจำนวนบุคคลได้อย่างแม่นยำ มีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงภายในมหาวิทยาลัยได้อย่างเหมาะสม โดยผู้ศึกษาได้พิจารณาจากปัจจัยสำคัญหลายประการ ได้แก่ ความแม่นยำของระบบ ความสามารถในการประมวลผลแบบเรียลไทม์ ความเสถียรในการทำงาน ความคุ้มค่าในการลงทุน และความสามารถในการรองรับการขยายระบบในอนาคต

ในส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับภาพ ผู้ศึกษาได้เลือกใช้กล้องวงจรปิดแบบไอพีที่รองรับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI IP Camera) โดยเฉพาะกล้องรุ่นแบบเลนส์คู่ (Dual-lens Camera) DS-2CD6825G0-C-I(V)(S) เนื่องจากสามารถรองรับการประมวลผลภาพแบบสามมิติ (3D Vision) ซึ่งมีความแม่นยำสูงกว่ากล้องแบบ

เลนส์เดี่ยวในการตรวจจับและนับจำนวนบุคคล เทคโนโลยีดังกล่าวช่วยลดความผิดพลาดจากปัญหาการนับซ้ำ การบังกันของวัตถุ และเงาในภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ กล้องยังสามารถประมวลผลเบื้องต้นที่ตัวอุปกรณ์ (Edge Processing) เช่น การตรวจจับบุคคลและการนับจำนวน ซึ่งช่วยลดภาระของระบบส่วนกลางและเพิ่มความรวดเร็วในการทำงาน



ภาพที่ 3.10 ภาพกล้อง DS-2CD6825G0/C-I(S)(B)
ที่มา <https://www.hikvision.com/>

ในด้านอุปกรณ์เครือข่าย ผู้ศึกษาเลือกใช้ PoE Switch (Power over Ethernet Switch) เนื่องจากสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าและรับส่งข้อมูลผ่านสาย LAN เส้นเดียวกัน ทำให้ลดความยุ่งยากในการติดตั้ง ลดต้นทุนด้านโครงสร้างพื้นฐาน และเพิ่มความสะดวกในการบริหารจัดการระบบ โดยเฉพาะในกรณีที่มีการติดตั้งกล้องหลายจุดภายในพื้นที่ขนาดใหญ่

สำหรับอุปกรณ์จัดเก็บและประมวลผลข้อมูล ได้เลือกใช้เครื่องบันทึกภาพเครือข่าย (Network Video Recorder: NVR) รุ่น iDS-9616NXI-M8/X ซึ่งรองรับการทำงานร่วมกับระบบกล้องวงจรปิดแบบ AI และสามารถจัดการข้อมูลวิดีโอจากกล้องหลายตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังรองรับฟังก์ชันการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การจัดเก็บข้อมูลการนับจำนวนบุคคล และการสร้างรายงานเชิงสถิติ ช่วยให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์และตัดสินใจได้อย่างแม่นยำ



ภาพที่ 3.11 ภาพ NVR DS-2CD6825G0/C-I(S)(B)
ที่มา <https://www.hikvision.com/>

นอกจากนี้ ระบบแสดงผลข้อมูลในรูปแบบ Web Application ยังถูกเลือกใช้เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวก ช่วยให้วิเคราะห์และติดตามสถานการณ์ได้แบบเรียลไทม์ อีกทั้งสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากเหตุผลดังกล่าว การเลือกใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีในการศึกษาคำนี้จึงสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของระบบ มุ่งเน้นให้ระบบมีความแม่นยำ สามารถใช้งานได้จริง และรองรับการประยุกต์ใช้ในองค์กรได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ถือเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดให้ก้าวสู่ระบบอัจฉริยะในอนาคต

3.8 การคำนวณพื้นที่จัดเก็บข้อมูล (Storage Calculation)

การคำนวณขนาดฮาร์ดดิสก์ (HDD) สำหรับระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลวิดีโอให้เพียงพอต่อระยะเวลาที่กำหนด โดยเฉพาะเมื่อมีการใช้งานฮาร์ดดิสก์ที่ออกแบบมาสำหรับงานเฝ้าระวัง (Surveillance) จาก Seagate Technology ซึ่งรองรับการทำงานอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ การประเมินขนาดพื้นที่จัดเก็บสามารถทำได้โดยใช้เครื่องมือช่วยคำนวณ เช่น Seagate Video Storage Calculator ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ จำนวนกล้อง ความละเอียดของภาพ อัตราเฟรม (Frames per Second: FPS) ระยะเวลาในการบันทึกต่อวัน และจำนวนวันที่ต้องการจัดเก็บข้อมูล รวมถึงรูปแบบการบีบอัดข้อมูล เช่น H.264 หรือ H.265 เพื่อให้ระบบสามารถประเมินขนาดพื้นที่จัดเก็บที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักการคำนวณดังกล่าวอาศัยค่าอัตราการรับส่งข้อมูล (Bitrate) ซึ่งเป็นตัวกำหนดปริมาณข้อมูลวิดีโอที่เกิดขึ้นต่อหน่วยเวลา โดยเมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับจำนวนกล้องและระยะเวลาในการบันทึก จะสามารถประมาณขนาดพื้นที่จัดเก็บรวมได้ อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ที่ได้ยังคงเป็นค่าประมาณ เนื่องจากปัจจัยแวดล้อม เช่น ปริมาณการเคลื่อนไหวภายในภาพ หรือการตั้งค่าการบันทึกแบบตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion Detection) อาจส่งผลต่อปริมาณข้อมูลจริง ดังนั้น เพื่อให้ระบบมีความเสถียรและรองรับการใช้งานในระยะยาว

Input your surveillance technology specifications to estimate the necessary storage space needed to support your unique environment.

Number of Cameras: 2

Frames per second: 30

Hours per day: 24

Number of Days Stored: 60

Resolution: 1080p

Video Quality: Medium

Compression Type: H.264

Required Storage Space: 3.89 TB

SKYHAWK SURVEILLANCE

LEARN MORE

ภาพที่ 3.12 ภาพการคำนวณพื้นที่จัดเก็บข้อมูล (Storage Calculation)

ตัวอย่างการคำนวณ

- จำนวนกล้อง : 2 ตัว
- Frame rate : 30 FPS
- บันทึก 24 ชั่วโมง/วัน
- เก็บย้อนหลัง : 60 วัน
- ความละเอียด : 1080p (2 MP (Megapixel))
- Video Quality : ระดับกลาง
- Compression : H.264

☞ ผลลัพธ์: ต้องใช้พื้นที่ประมาณ 3.89 TB ≈ ต้องใช้ฮาร์ดดิสก์ ขนาด 4 TB

ดังนั้น การคำนวณพื้นที่จัดเก็บข้อมูลจึงเป็นขั้นตอนสำคัญในการออกแบบระบบกล้องวงจรปิด เพื่อให้สามารถเลือกใช้อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล เช่น ฮาร์ดดิสก์ในเครื่องบันทึกภาพ (NVR) ได้อย่างเหมาะสมและรองรับการใช้งานจริง

3.9 ข้อจำกัดของระบบ (Limitations)

แม้ว่าระบบเซ็นเซอร์นับจำนวนคน (People Counting System) จะมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตาม ระบบดังกล่าวยังคงมีข้อจำกัดบางประการที่ควรนำมาพิจารณาอย่างรอบด้าน เพื่อให้การใช้งานเกิดความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประการแรก ระบบอาจเกิดความคลาดเคลื่อนในสถานการณ์ที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้งานสูง (High-density Scenario) รวมถึงความหลากหลายของลักษณะการเคลื่อนที่ของบุคคล (Behavioral Variability) เช่น การเดินเป็นกลุ่ม การเดินสวนทาง การหยุดชะงัก หรือการเคลื่อนที่พร้อมกันหลายคนในระยะใกล้ ซึ่งอาจทำให้ระบบไม่สามารถแยกแยะบุคคลแต่ละราย (Individual Detection) ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากเกิดการบดบัง (Occlusion) หรือการซ้อนทับของวัตถุ ส่งผลให้กระบวนการติดตามวัตถุ (Tracking) เกิดความสับสน และนำไปสู่ความคลาดเคลื่อนในการนับจำนวน เช่น การนับซ้ำ (Double Counting) หรือการนับตกหล่น (Missed Detection) ซึ่งส่งผลต่อความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยรวม

ประการที่สอง สภาพแวดล้อมด้านแสงสว่าง (Lighting Conditions) เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของระบบ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีแสงน้อย แสงไม่สม่ำเสมอ หรือมีการเปลี่ยนแปลงของแสงอย่างรวดเร็ว เช่น แสงย้อน (Backlight) หรือเงาที่เกิดจากวัตถุ อาจส่งผลให้ความสามารถในการตรวจจับวัตถุ (Object Detection) และการจำแนกบุคคล (Human Classification) ลดลง ทั้งนี้ ระดับผลกระทบขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของเซ็นเซอร์ที่ใช้งาน เช่น ระบบที่อาศัยการประมวลผลภาพจากกล้อง (Vision-based System) มักได้รับผลกระทบจากสภาพแสงมากกว่าระบบที่ใช้เทคโนโลยีอื่น เช่น อินฟราเรด (Infrared) หรือเซ็นเซอร์เชิงลึก (Depth Sensor)

ประการที่สาม มุมมองภาพ (Field of View) และตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ (Installation Position) มีผลโดยตรงต่อความแม่นยำของการตรวจจับ หากติดตั้งในมุมที่ไม่เหมาะสม เช่น มุมเอียงมากเกินไป ความสูงไม่เหมาะสม หรือไม่ครอบคลุมบริเวณที่มีการสัญจรหลัก อาจทำให้เกิดพื้นที่อับสายตา (Blind Spot) และส่งผลให้การตรวจจับไม่ครบถ้วน นอกจากนี้ การติดตั้งในตำแหน่งที่มีสิ่งกีดขวาง เช่น เสา หรือป้าย อาจลดประสิทธิภาพของระบบลงอย่างมีนัยสำคัญ

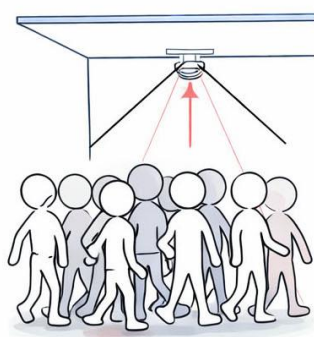
ประการที่สี่ ข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานของระบบ (System Infrastructure) เช่น ความเร็วของเครือข่าย (Network Bandwidth) ความสามารถในการประมวลผลของอุปกรณ์ (Processing Capability) และพื้นที่จัดเก็บข้อมูล (Storage Capacity) อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องมีการประมวลผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time Processing) หากทรัพยากรของระบบไม่เพียงพอ อาจทำให้เกิดความล่าช้า (Latency) หรือการสูญหายของข้อมูลบางส่วนได้

ประการสุดท้าย ระบบยังมีข้อจำกัดด้านความเป็นส่วนตัว (Privacy Concerns) และข้อกำหนดทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมข้อมูลภาพของบุคคล ซึ่งจำเป็นต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับกฎหมายที่

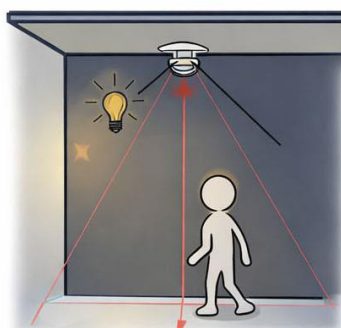
เกี่ยวข้อง เช่น พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (PDPA) เพื่อป้องกันการละเมิดสิทธิส่วนบุคคล และสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ใช้งานในพื้นที่

ดังนั้น ในการนำระบบเซ็นเซอร์นับจำนวนคนไปประยุกต์ใช้งานจริง จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ อย่างรอบด้าน ทั้งในด้านความหนาแน่นของผู้ใช้งาน สภาพแวดล้อมด้านแสง มุมมองและตำแหน่งการติดตั้ง รวมถึงข้อจำกัดด้านเทคนิคและกฎหมาย เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล และสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์และตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

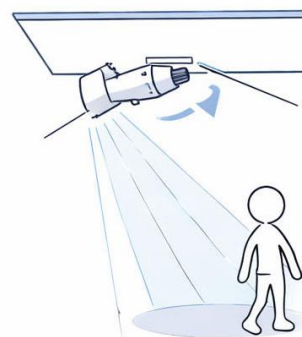
ข้อจำกัดของระบบในทางเทคนิค



คนหนาแน่นมาก
นับคลาดเคลื่อนได้



แสงน้อยอาจ
ลดความแม่นยำลง



มุมกล้องไม่เหมาะสม
นับคลาดเคลื่อนได้

ภาพที่ 3.13 ภาพข้อจำกัดของระบบในทางเทคนิค

System Limitations

(Limitations)

1. High-density Scenarios & Behavioral Variability

- Occlusion, Tracking Errors, Double Counting
- Missed Detection



2. Lighting Conditions

- Low Light, Backlighting, Shadows
- Difficult Detection



3. Field of View & Installation Position

- Blind Spots, Improper Placement
- Limited Coverage



4. System Infrastructure

- Network Bandwidth, Processing Capability
- Latency, Data Loss



5. Privacy Concerns & Legal Compliance

- Data Protection, Legal Compliance



ภาพที่ 3.14 ภาพข้อจำกัดของระบบในภาพรวม

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การดำเนินโครงการพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดอัจฉริยะร่วมกับระบบนับจำนวนคน (AI CCTV + People Counting System) ในครั้งนี้ เป็นกระบวนการพัฒนาที่มุ่งเน้นการยกระดับระบบเฝ้าระวังแบบเดิมให้มีความสามารถมากกว่าการบันทึกภาพเพียงอย่างเดียว โดยเน้นการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อให้ระบบสามารถวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลได้อย่างชาญฉลาด อันนำไปสู่การสร้างข้อมูลเชิงลึกที่มีประโยชน์ต่อการบริหารจัดการพื้นที่

ในการดำเนินงาน ผู้ศึกษาได้เริ่มจากการสำรวจและวิเคราะห์พื้นที่เป้าหมาย เพื่อกำหนดตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานจริง จากนั้นจึงดำเนินการติดตั้งระบบกล้องวงจรปิดที่รองรับเทคโนโลยี AI ควบคู่กับระบบนับจำนวนคน พร้อมทั้งเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับระบบเครือข่ายและหน่วยบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ ภายหลังจากติดตั้ง ได้มีการทดสอบการทำงานของระบบในสถานการณ์จริง เพื่อให้มั่นใจว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและมีเสถียรภาพ

นอกจากนี้ ยังมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการใช้งานจริงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อนำมาศึกษาพฤติกรรมการเข้า-ออกของผู้ใช้งานในพื้นที่ รวมถึงนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบในด้านต่าง ๆ ทั้งด้านความแม่นยำของการนับจำนวนคน ความต่อเนื่องของการทำงาน และความสะดวกในการนำข้อมูลไปใช้งานต่อ

จากกระบวนการดังกล่าว ทำให้เห็นถึงศักยภาพของระบบกล้องวงจรปิดอัจฉริยะที่สามารถพัฒนาไปไกลกว่าการเฝ้าระวังแบบเดิม โดยสามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจในเชิงบริหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยลดภาระในการตรวจสอบข้อมูลของผู้ปฏิบัติงาน และเพิ่มความสามารถในการวางแผนบริหารจัดการพื้นที่ให้สอดคล้องกับการใช้งานจริงได้ดียิ่งขึ้น

4.1 ผลการติดตั้งจริง (System Implementation Results)

จากการดำเนินการติดตั้งระบบในพื้นที่จริง พบว่าสามารถดำเนินการได้ตามแผนที่วางไว้ และระบบสามารถใช้งานได้จริงในพื้นที่เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

ในการติดตั้งจริง ได้มีการเลือกจุดติดตั้งกล้องบริเวณประตูทางเข้า-ออกของอาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 4 และชั้น 5 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการสัญจรของบุคลากรและผู้ใช้งานจำนวนมากในแต่ละช่วงเวลา โดยกล้องถูกติดตั้งบริเวณเหนือกรอบประตูในระดับความสูงประมาณ 2.8 เมตรจากพื้น และกำหนดมุมมองให้ครอบคลุมพื้นที่ความกว้างของช่องทางเข้า-ออกประมาณ 2 เมตร ซึ่งเป็นแนวการเคลื่อนที่หลักของบุคคลเข้า-ออกอาคาร การติดตั้งในลักษณะดังกล่าวช่วยให้ระบบสามารถตรวจจับและนับจำนวนบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมต่อการนำข้อมูลไปวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งานพื้นที่ ดังแสดงในภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 ภาพจุดติดตั้งกล่องบริเวณประตูทางเข้า-ออกของอาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 4



ภาพที่ 4.2 ภาพจุดติดตั้งกล่องบริเวณประตูทางเข้า-ออกของอาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 5

การติดตั้งกล้องในพื้นที่จริงยึดตามหลักการติดตั้งภาคสนามและคู่มือผู้ผลิต โดยเลือกติดตั้งบริเวณเหนือประตูทางเข้า-ออกเป็นหลัก เนื่องจากสามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของคนเข้า-ออกได้ชัดเจน ช่วยให้ระบบนับจำนวนทำงานได้แม่นยำมากขึ้น พร้อมทั้งติดตั้งในมุมกวดจากด้านบนเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ ลดปัญหามุมอับและการบดบังของวัตถุ นอกจากนี้ยังคำนึงถึงความสูงที่เหมาะสมและหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวาง เพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนและเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลได้อย่างต่อเนื่องและถูกต้อง



ภาพที่ 4.3 ภาพการติดตั้งกล้อง AI บริเวณเพดาน ประตูทางเข้า-ออกของอาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 4



ภาพที่ 4.4 ภาพการติดตั้งกล้อง AI บริเวณเพดาน ประตูทางเข้า-ออกของอาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 5

ในการปรับตั้งค่ากล้อง ได้กำหนดมุมมองกล้องแบบก้ม (Top-view/Overhead) ให้สอดคล้องกับทิศทางการเดินผ่านของผู้ใช้งาน และตั้งค่าเส้นตรวจจับ (Detection Line) บริเวณกึ่งกลางทางเข้า-ออก เพื่อให้ระบบสามารถแยกและนับจำนวนคนเข้า-ออกได้อย่างถูกต้อง จากการทดสอบใช้งานจริงพบว่าแนวทางการติดตั้งดังกล่าวช่วยลดปัญหาการบดบังของบุคคล (Occlusion) ในกรณีเดินสวนหรือเดินเป็นกลุ่ม และช่วยเพิ่มความแม่นยำในการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมจริง



ภาพที่ 4.5 ภาพเส้นตรวจจับ (Detection Line) บริเวณกึ่งกลางทางเข้า-ออก

นอกจากนี้ ระบบยังสามารถทำงานแบบรับ-ส่งข้อมูลแบบเวลาจริง (Real-time Data Transmission) โดยข้อมูลจากกล้องจะถูกส่งไปยังระบบจัดเก็บและบริหารจัดการส่วนกลางอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบสถานการณ์ได้ทันที และสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านเครือข่ายภายในหรือจากระยะไกล (Remote Access) ได้ตามสิทธิ์ที่กำหนด

ในด้านความเสถียรของระบบ พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการหยุดชะงัก (System Downtime) ที่มีนัยสำคัญ และมีความพร้อมใช้งานของระบบ (System Availability) อยู่ในระดับสูง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเหมาะสมของระบบสำหรับการนำไปใช้งานจริงในระดับองค์กร โดยเฉพาะระบบบันทึกภาพเครือข่าย (NVR: Network Video Recorder) ที่สามารถรองรับการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.8 ภาพ NVR ติดตั้งที่ห้องควบคุมระบบ DR Site

4.2 จำนวนคนที่ตรวจจับได้ (Detected People Count)

จากการทดสอบและเก็บข้อมูลในสภาพแวดล้อมจริง พบว่าระบบสามารถตรวจจับและนับจำนวนบุคคลที่ผ่านเข้า-ออกพื้นที่ได้อย่างต่อเนื่อง โดยข้อมูลที่ได้มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงเวลา (Time-series Data) ซึ่งสามารถนำไปใช้ตรวจสอบพฤติกรรมการใช้งานพื้นที่ในช่วงเวลาต่าง ๆ ได้

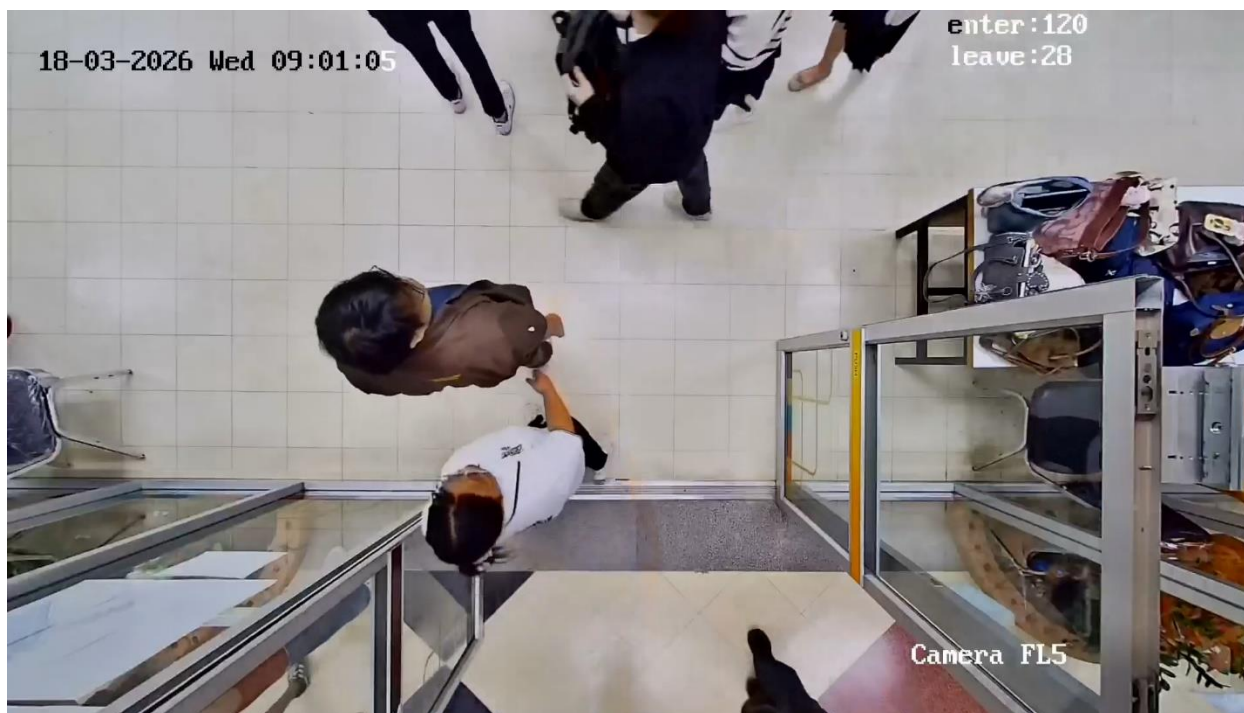
ระบบสามารถแยกทิศทางการเคลื่อนที่ของบุคคล (Direction-based Counting) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถจำแนกระหว่างการ “เข้า” และ “ออก” ได้อย่างชัดเจน อาศัยเทคนิคการติดตามวัตถุ (Object Tracking) ร่วมกับการกำหนดเส้นนับ (Virtual Line Crossing) ซึ่งช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากการนับซ้ำหรือการเคลื่อนที่สวนทางกันของบุคคล

ข้อมูลที่ได้จากระบบถูกประมวลผลผ่านกล้องและเครื่องบันทึก (NVR) และสามารถแสดงผลจำนวนคนเข้า-ออกแบบแยกทิศทางได้แบบเวลาจริง (Real-time) ผ่านหน้าจอของระบบ พร้อมทั้งมีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ Log เพื่อนำไปตรวจสอบย้อนหลังได้ โดยผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบจำนวนคนเข้า-ออกได้ทันทีจากหน้าจอ และสามารถเปรียบเทียบข้อมูลร่วมกับภาพจากกล้องเพื่อยืนยันความถูกต้องได้

จากการใช้งานจริง พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีความเสถียรในการนับจำนวนบุคคล โดยข้อมูลที่ได้มีความสอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริงในพื้นที่ และสามารถนำไปใช้สนับสนุนการตรวจสอบและควบคุมการเข้า-ออกของบุคคลในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 4.9 ภาพการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลของระบบ อาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 4



ภาพที่ 4.10 ภาพการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลของระบบ อาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 5

จากภาพที่ 4.9–4.10 แสดงการตรวจจับบุคคลของระบบภายในอาคารศูนย์สารสนเทศ โดยเส้นตรวจจับ (Detection Line) จะแสดงเฉพาะในขั้นตอนการตั้งค่าเท่านั้น ขณะที่ในการใช้งานจริง แม้ในภาพจะไม่แสดงเส้นนับ แต่ระบบยังคงสามารถนับจำนวนคนเข้า-ออกได้อย่างถูกต้อง และกระบวนการประมวลผลยังคงอ้างอิงค่าที่กำหนดภายในระบบอย่างต่อเนื่อง

4.3 ความแม่นยำของระบบ (System Accuracy)

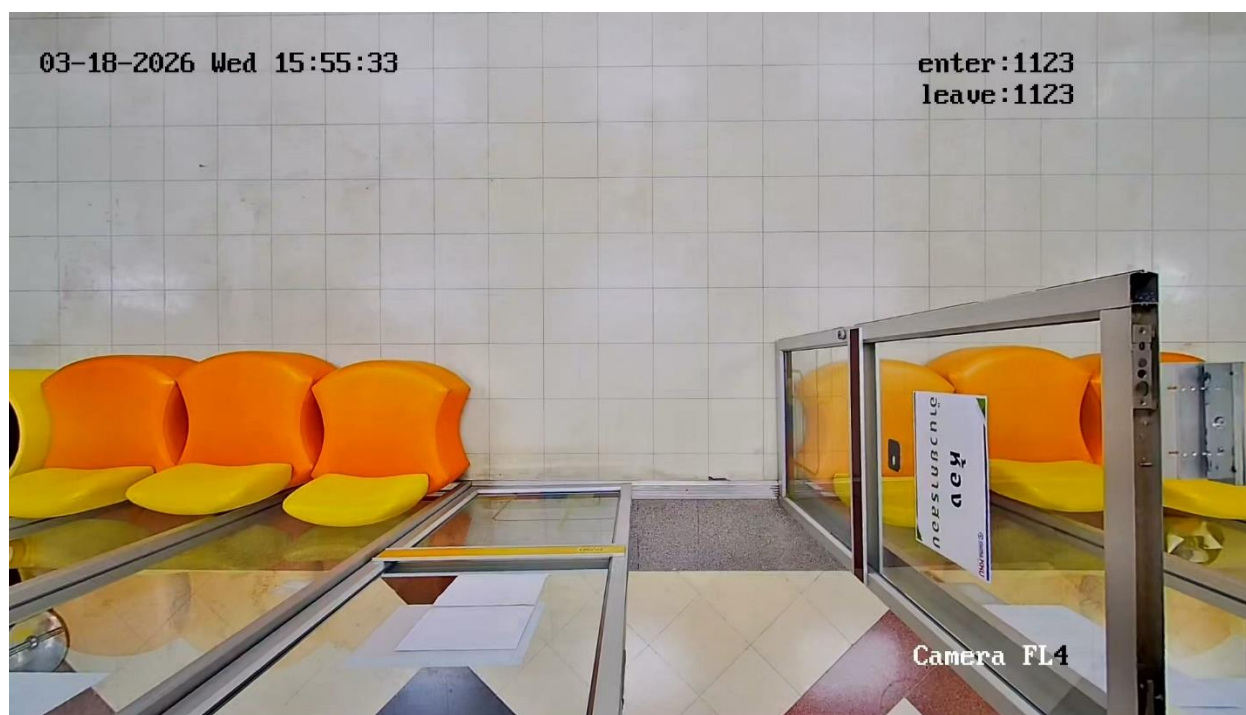
ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของการนับจำนวนบุคคล โดยเปรียบเทียบค่าที่ระบบตรวจจับได้กับค่าการนับจริงจากพนักงานในช่วงเวลาที่กำหนด โดยอาศัยการวิเคราะห์ภาพย้อนหลังจากระบบบันทึกภาพ (NVR) ควบคู่กับข้อมูลบันทึกเหตุการณ์ (Log) ของระบบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการตรวจสอบความถูกต้อง ผลการประเมินพบว่าค่าการนับของระบบมีความใกล้เคียงกับค่าจริง โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน (Error Rate) อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้สำหรับการนำไปใช้งานจริง ทั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าระบบมีประสิทธิภาพเพียงพอในการรองรับการใช้งานในสภาพแวดล้อมจริง และสามารถให้ผลลัพธ์ที่มีความน่าเชื่อถือในเชิงปฏิบัติการ

จากการทดสอบภาคสนามในพื้นที่ติดตั้งจริง พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีเสถียรภาพในสถานะที่มีจำนวนผู้ใช้งานในระดับต่ำถึงปานกลาง โดยระบบสามารถตรวจจับและนับจำนวนบุคคลได้อย่างครบถ้วน ไม่พบการสูญหายของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าความหน่วงของระบบอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน นอกจากนี้ ระบบยังสามารถแยกทิศทางการเคลื่อนที่เข้า-ออกของบุคคลได้ถูกต้องตามค่าที่

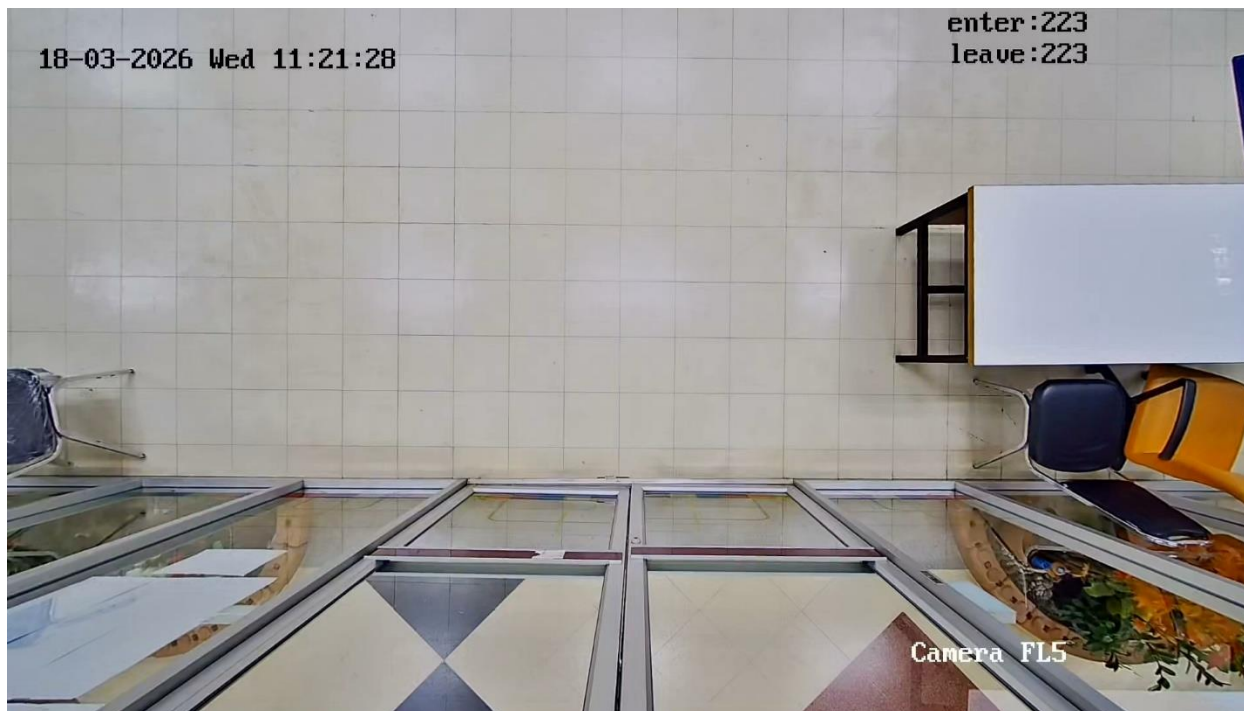
กำหนด และผลการนับมีความสอดคล้องกับข้อมูลภาพจากกล้องที่ใช้ในการตรวจสอบ จึงแสดงให้เห็นว่าระบบมีความเสถียรและความน่าเชื่อถือเพียงพอสำหรับการนำไปใช้งานในสภาพแวดล้อมจริง

อย่างไรก็ตาม จากการใช้งานจริงพบว่าในช่วงเวลาที่มีผู้ใช้งานจำนวนมาก หรือมีการเคลื่อนที่ในลักษณะที่ซับซ้อน เช่น การเดินเป็นกลุ่ม การเดินชิดกันหลายคน การหยุดค้างบริเวณจุดตรวจจับ หรือการเดินย้อนกลับ อาจทำให้ระบบเกิดความคลาดเคลื่อนในการนับได้ในบางจังหวะ โดยพบทั้งกรณีการนับซ้ำ (Double Counting) และการนับตกหล่น (Missed Detection) ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการซ้อนทับของวัตถุ (Occlusion) และข้อจำกัดของมุมมองกล้องที่ส่งผลต่อการติดตามวัตถุ (Tracking) ของระบบ

นอกจากนี้ จากการตรวจสอบ Log ของระบบพบว่าอัตราการประมวลผลข้อมูลเป็นไปอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ โดยไม่มีการสูญหายของข้อมูลในช่วงเวลาที่ทำการทดสอบ ซึ่งสะท้อนถึงความเสถียรของระบบทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ทำให้สามารถนำระบบไปใช้งานจริงในระดับองค์กรได้อย่างเหมาะสม



ภาพที่ 4.11 ภาพการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลแบบเข้า-ออกเท่ากัน อาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 4



ภาพที่ 4.12 ภาพการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลแบบเข้า-ออกเท่ากัน อาคารศูนย์สารสนเทศ ชั้น 5

จากภาพที่ 4.11-4.12 แสดงการทำงานของระบบนับจำนวนบุคคลในสภาพการใช้งานจริง โดยพบว่าจำนวนคนเข้า (enter) และออก (leave) มีค่าเท่ากันในช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล ซึ่งสะท้อนถึงความถูกต้องและความสอดคล้องของผลลัพธ์ที่ระบบตรวจจับได้ โดยระบบทำการตรวจจับและติดตามการเคลื่อนที่ของบุคคลผ่านเส้นนับ (Virtual Line) และประมวลผลแบบแยกทิศทาง (Direction-based Counting) ส่งผลให้สามารถนับจำนวนบุคคลเข้า-ออกได้อย่างแม่นยำ และลดความคลาดเคลื่อนจากการนับซ้ำหรือการเคลื่อนที่สวนทางกันของบุคคลในพื้นที่

โดยสรุป ระบบสามารถให้ผลการนับจำนวนบุคคลได้ใกล้เคียงกับค่าจริง และมีความแม่นยำในระดับที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานจริง ทั้งในด้านการตรวจสอบจำนวนผู้ใช้งานและการควบคุมการเข้า-ออกของพื้นที่ ทั้งนี้ ประสิทธิภาพของระบบยังขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม เช่น ความหนาแน่นของผู้ใช้งาน มุมมองของกล้อง และสภาพแสง ซึ่งควรได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

4.4 สรุปผลและข้อจำกัดของระบบ (Conclusion and Limitations)

จากการดำเนินการติดตั้งและทดสอบระบบกล้องวงจรปิด (AI CCTV + People Counting System) ในสภาพแวดล้อมจริง สามารถสรุปได้ว่าระบบสามารถทำงานได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยสามารถตรวจจับและติดตามบุคคลที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถนับจำนวนบุคคลเข้า-ออกได้อย่างถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนด ระบบมีความเสถียรในการทำงาน ไม่มีการสูญหายของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าความหน่วงของระบบอยู่ในระดับต่ำ ส่งผลให้สามารถแสดงผลข้อมูลได้ใกล้เคียงแบบเวลาจริง

ในสภาวะการใช้งานทั่วไป โดยเฉพาะในช่วงที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้งานในระดับต่ำถึงปานกลาง ระบบสามารถรักษาความต่อเนื่องของการติดตามบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ค่าการนับมีความแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือ อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการใช้งานในสภาวะที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้งานสูง หรือมีลักษณะการเคลื่อนที่ที่ซับซ้อน เช่น การเคลื่อนที่เป็นกลุ่ม การเคลื่อนที่สวนทางกัน หรือการหยุดชะงักบริเวณจุดตรวจจับ อาจก่อให้เกิดปัญหาการบดบังของวัตถุ ซึ่งส่งผลต่อความต่อเนื่องของกระบวนการติดตามบุคคล และนำไปสู่ความคลาดเคลื่อนในการนับจำนวนในบางช่วงเวลา

นอกจากนี้ ปัจจัยด้านมุมมองของกล้อง ตำแหน่งการติดตั้ง และสภาพแวดล้อมของพื้นที่ เช่น แสงสว่าง และสิ่งกีดขวาง ยังมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบโดยตรง หากมีการติดตั้งหรือกำหนดค่าที่ไม่เหมาะสม อาจส่งผลให้ความสามารถในการตรวจจับและติดตามบุคคลลดลง

สำหรับแนวทางในการพัฒนาระบบในอนาคต ควรให้ความสำคัญกับการออกแบบตำแหน่งและมุมมองของกล้องให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน โดยเฉพาะการติดตั้งในลักษณะมุมมองจากด้านบนเพื่อลดปัญหาการบดบัง รวมถึงการเพิ่มจำนวนจุดติดตั้งในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูง และการปรับค่าพารามิเตอร์ของระบบให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมจริง เพื่อเพิ่มความแม่นยำ ความเสถียร และความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์ในระยะยาว

โดยสรุป ระบบที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพในการนำไปใช้งานจริง สามารถสนับสนุนการบริหารจัดการเชิงข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาระบบไปสู่การใช้งานในรูปแบบอัจฉริยะในอนาคต แม้ว่าจะยังมีข้อจำกัดในบางประการ แต่สามารถปรับปรุงและพัฒนาเพิ่มเติมได้ตามแนวทางที่เสนอข้างต้น

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการดำเนินโครงการพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดอัจฉริยะร่วมกับระบบนับจำนวนคน (AI CCTV + People Counting System) ภายในพื้นที่อาคารศูนย์สารสนเทศ สามารถสรุปผลการศึกษาได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถดำเนินการติดตั้งและใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยระบบสามารถตรวจจับ ติดตาม และนับจำนวนบุคคลที่เข้า-ออกพื้นที่ได้อย่างต่อเนื่อง มีความเสถียรในการทำงาน และสามารถรองรับการใช้งานในสภาพแวดล้อมจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในด้านการออกแบบและติดตั้งระบบ พบว่าการเลือกตำแหน่งติดตั้งกล้องบริเวณเหนือประตูทางเข้า-ออก โดยกำหนดมุมมองของกล้องในลักษณะก้มจากด้านบน เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากตำแหน่งดังกล่าวสามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของบุคคลให้มีความเป็นระเบียบ ลดความซับซ้อนของข้อมูลภาพ และช่วยลดปัญหาการบดบังของวัตถุ ที่อาจเกิดขึ้นในมุมมองระดับสายตา ส่งผลให้ระบบสามารถตรวจจับและแยกแยะบุคคลได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดพื้นที่อับสายตา และเพิ่มประสิทธิภาพในการครอบคลุมพื้นที่ใช้งาน

ในด้านการทำงานของระบบ พบว่าระบบสามารถแยกทิศทางการเคลื่อนที่ของบุคคลเข้าและออกจากพื้นที่ได้อย่างถูกต้อง โดยอาศัยกระบวนการตรวจจับและติดตามวัตถุร่วมกับการกำหนดเส้นตรวจจับ (Detection Line) ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการกำหนดเงื่อนไขการนับจำนวนบุคคล ทั้งนี้ ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่มี การสูญหายของข้อมูล ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานในเชิงบริหารจัดการ

ในด้านความแม่นยำของระบบ จากการเปรียบเทียบผลการนับของระบบกับการนับจริงจากหน้างาน พบว่าระบบมีความแม่นยำอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานจริง โดยเฉพาะในสถานะที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้งานในระดับต่ำถึงปานกลาง ระบบสามารถรักษาความต่อเนื่องของการติดตามบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ค่าการนับมีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ อย่างไรก็ตาม ในสถานะที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้งานสูง หรือมีลักษณะการเคลื่อนที่ที่ซับซ้อน อาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการนับในบางช่วงเวลา เนื่องจากข้อจำกัดด้านมุมมองของกล้องและการบดบังของวัตถุ ซึ่งส่งผลต่อความต่อเนื่องของกระบวนการติดตามบุคคล

ในภาพรวม ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านการควบคุมจำนวนผู้ใช้งาน การวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการใช้งานพื้นที่ และการสนับสนุนการตัดสินใจเชิงข้อมูล นอกจากนี้ ระบบยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย และลดภาระการปฏิบัติงานของบุคลากรได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาต่อยอดสู่ระบบอัจฉริยะ เช่น การเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบบริหารจัดการอาคาร หรือการพัฒนาเป็นส่วนหนึ่งของแนวคิด Smart Campus ในอนาคต

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการใช้งานระบบ

เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานจริง ควรให้ความสำคัญกับการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์อย่างเหมาะสม โดยควรติดตั้งกล้องในตำแหน่งที่สามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของบุคคลได้อย่างชัดเจน เช่น บริเวณประตูทางเข้า-ออก หรือจุดที่มีการสัญจรผ่านแบบเป็นเส้นทางเดียว เพื่อลดความซับซ้อนของการตรวจจับและเพิ่มความแม่นยำในการนับจำนวน

นอกจากนี้ ควรกำหนดความสูงและมุมมองของกล้องให้เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่ โดยเน้นการติดตั้งในลักษณะมุมก้มจากด้านบน เพื่อช่วยลดปัญหาการบดบังของวัตถุ และเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับและติดตามบุคคล รวมถึงควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งในตำแหน่งที่มีสิ่งกีดขวาง เช่น โครงสร้างอาคาร หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของภาพ

ในด้านการใช้งานระบบ ควรมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ โดยเปรียบเทียบข้อมูลจากระบบกับภาพจากกล้องและข้อมูลบันทึก เพื่อประเมินความแม่นยำและปรับปรุงการทำงานของระบบอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ การปรับค่าพารามิเตอร์ของระบบ เช่น ตำแหน่งเส้นตรวจจับ หรือค่าความไวในการตรวจจับ ควรดำเนินการให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมจริง เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบในอนาคต

สำหรับการพัฒนาระบบในอนาคต ควรพิจารณาการเพิ่มจำนวนจุดติดตั้งกล้องในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้งานสูง เพื่อช่วยกระจายภาระการตรวจจับและลดความซับซ้อนของข้อมูลในแต่ละจุด ซึ่งจะส่งผลให้ความแม่นยำของระบบโดยรวมเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ ควรพัฒนาระบบให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบแสดงผลข้อมูล เช่น ระบบแดชบอร์ด หรือระบบรายงานอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เช่น กราฟ สถิติ และรายงานเชิงวิเคราะห์ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อีกทั้ง ควรมีการศึกษาและนำเทคโนโลยีขั้นสูงมาประยุกต์ใช้เพิ่มเติม เช่น การวิเคราะห์พฤติกรรมของบุคคล การตรวจจับเหตุการณ์ผิดปกติ หรือระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของระบบให้ครอบคลุมการใช้งานในมิติที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

สุดท้าย ควรมีการทดสอบและประเมินผลระบบในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย เช่น พื้นที่ที่มีสภาพแสงแตกต่างกัน หรือพื้นที่ที่มีการเคลื่อนไหวหนาแน่น เพื่อปรับปรุงและพัฒนาระบบให้มีความยืดหยุ่น สามารถรองรับการใช้งานได้อย่างครอบคลุม และมีความเสถียรในทุกสภาวะการใช้งาน

5.3 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้ในการนับจำนวนบุคคลจากผู้พัฒนาหรือรูปแบบที่แตกต่างกัน เพื่อประเมินและคัดเลือกแนวทางที่ให้ความแม่นยำและเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานในพื้นที่จริงมากที่สุด

นอกจากนี้ ควรมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงสถิติในระยะยาว เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้งานพื้นที่ พฤติกรรมของผู้ใช้งานในแต่ละช่วงเวลา และรูปแบบการเคลื่อนที่ของบุคคล ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนและการบริหารจัดการทรัพยากรภายในองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อีกทั้ง ควรพัฒนาระบบให้สามารถรองรับการใช้งานในระดับมหาวิทยาลัยอัจฉริยะอย่างครบวงจร โดยเน้นการเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบสารสนเทศอื่น ๆ ภายในองค์กร เช่น ระบบบริหารจัดการอาคาร ระบบรักษาความปลอดภัย หรือระบบวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเพิ่มศักยภาพของระบบให้สามารถสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายและการบริหารจัดการในภาพรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยสรุป การพัฒนาระบบกล้องวงจรปิดอัจฉริยะร่วมกับระบบนับจำนวนคนในครั้งนี้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยระบบมีความสามารถในการตรวจจับและนับจำนวนบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมจริง และสามารถสนับสนุนการบริหารจัดการพื้นที่ด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ได้อย่างเหมาะสม แม้ว่าระบบจะยังมีข้อจำกัดในบางสถานการณ์ แต่สามารถปรับปรุงและพัฒนาเพิ่มเติมได้ในอนาคต ทั้งในด้านความแม่นยำ ความเสถียร และการประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบอื่น ๆ ภายในองค์กร ทั้งนี้ ผลการศึกษาดังกล่าวถือเป็นพื้นฐานสำคัญในการต่อยอดสู่การพัฒนาอัจฉริยะที่สามารถรองรับการใช้งานในระดับ Smart Campus ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

บรรณานุกรม

SECOM. (ม.ป.ป.). ระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) คืออะไร. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2569, จาก <https://www.secom.co.th/articles/cctv-system/>

Watashi. (ม.ป.ป.). IP Camera คืออะไร. คืออะไร. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2569, จาก <https://www.watashi.co.th/blogs/smart-security-1/what-is-ip-camera>

National Science and Technology Development Agency (NSTDA). (ม.ป.ป.). ปัญญาประดิษฐ์ (AI) คืออะไร. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2569, จาก https://www.nstda.or.th/home/knowledge_post/ปัญญาประดิษฐ์-ai-คืออะไร/

IQSight. (ม.ป.ป.). Video Analytics. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2569, จาก <https://www.iqsight.com/en/products-and-technologies/video-analytics/>

DahuaCCTV. (ม.ป.ป.). People counting camera. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2569, จาก <https://www.dahuacctv.shop/dahua-people-counting-camera>

รุ่งอินทร์ กันกา, จิตราวดี. (ม.ป.ป.). การจัดการพื้นที่ (Space management). ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2569, จาก [https://ssrudlp.ssrุ.ac.th/data-file/teacher_work/file/28ee8fb72e949ee3d9bd6a7711b546fb.pdf](https://ssrudlp.ssrु.ac.th/data-file/teacher_work/file/28ee8fb72e949ee3d9bd6a7711b546fb.pdf)

DriteStudio. (2566). Core network คืออะไร. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2569, จาก <https://dritestudio.co.th/th/article/what-is-core-network>

สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ. (2566). นโยบายและทิศทางการวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ของประเทศไทย. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2569, จาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ.

สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. (2564). แนวทางการใช้งานระบบกล้องวงจรปิดอย่างปลอดภัย. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2569, จาก สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์.

สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล. (2565). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในองค์กรและเมืองอัจฉริยะ. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2569, จาก สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล.

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2565). เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในประเทศไทย. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2569, จาก ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.

ธนพงศ์ อินทระ และคณะ. (2565). ระบบตรวจจับบุคคลอำพรางอาวุธปืนผ่านการวิเคราะห์ภาพวิดีโอจากกล้องวงจรปิด. ค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2569, จาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ.

Thailand Plus. (2565, กรกฎาคม 5). AI ตรวจจับบุคคลอำพรางอาวุธปืนจากกล้องวงจรปิด คว่ำรางวัลการวิจัยแห่งชาติ. ค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2569, จาก <https://www.thailandplus.tv/archives/463502>

ฐานเศรษฐกิจ. (2568, มกราคม 10). TrafficInterVL: AI ฝีมือคนไทยยกระดับความปลอดภัยบนท้องถนน. ค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2569, จาก <https://www.thansettakij.com/technology/644270>

Hikvision. (2565). Installation and configuration guide for dual-lens people counting camera. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2569, จาก

<https://www.hikvision.com/content/dam/hikvision/uk/support/download/how-to/Installation-and-Configuration-Guide-for-Dual-lens-People-Counting-Camera-UK-20200821.pdf>

Hikvision. (ม.ป.ป.). People counting technology. ค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2569, จาก

<https://www.hikvision.com/en/core-technologies/see-smarter-technology/people-counting/>

Seagate Technology. (ม.ป.ป.). Surveillance storage solutions. ค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2569, จาก Seagate Surveillance Storage

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คู่มือการตั้งค่า IP กล้องวงจรปิด Hikvision Model DS-2CD6825G0/C-IS

คู่มือการตั้งค่า IP กล้องวงจรปิด Hikvision Model DS-2CD6825G0/C-IS

1. วัตถุประสงค์

เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการตั้งค่า IP Address สำหรับกล้องวงจรปิดรุ่น DS-2CD6825G0/C-IS ซึ่งเป็นกล้องประเภท Multi-Sensor People Counting เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายและเครื่องบันทึก (NVR) ได้อย่างถูกต้อง และรองรับการใช้งานด้านการนับจำนวนบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

- กล้องวงจรปิดรุ่น DS-2CD6825G0/C-IS
- เครื่องคอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊ก
- สาย LAN (รองรับ PoE)
- PoE Switch หรือ NVR
- โปรแกรม SADP Tool สามารถดาวน์โหลดได้ที่เว็บไซต์ Hikvision

3. หลักการเบื้องต้นของ IP Address

IP Address คือหมายเลขประจำอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายที่ใช้สำหรับระบุตำแหน่งและการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ โดยมีหลักการสำคัญดังนี้

- อุปกรณ์ทุกตัวต้องอยู่ใน เครือข่ายเดียวกัน (Same Network Segment)
- ห้ามมี IP Address ซ้ำกัน (IP Conflict)
- ต้องกำหนดค่า Subnet Mask และ Gateway ให้ถูกต้อง

ตัวอย่างการกำหนด IP Address

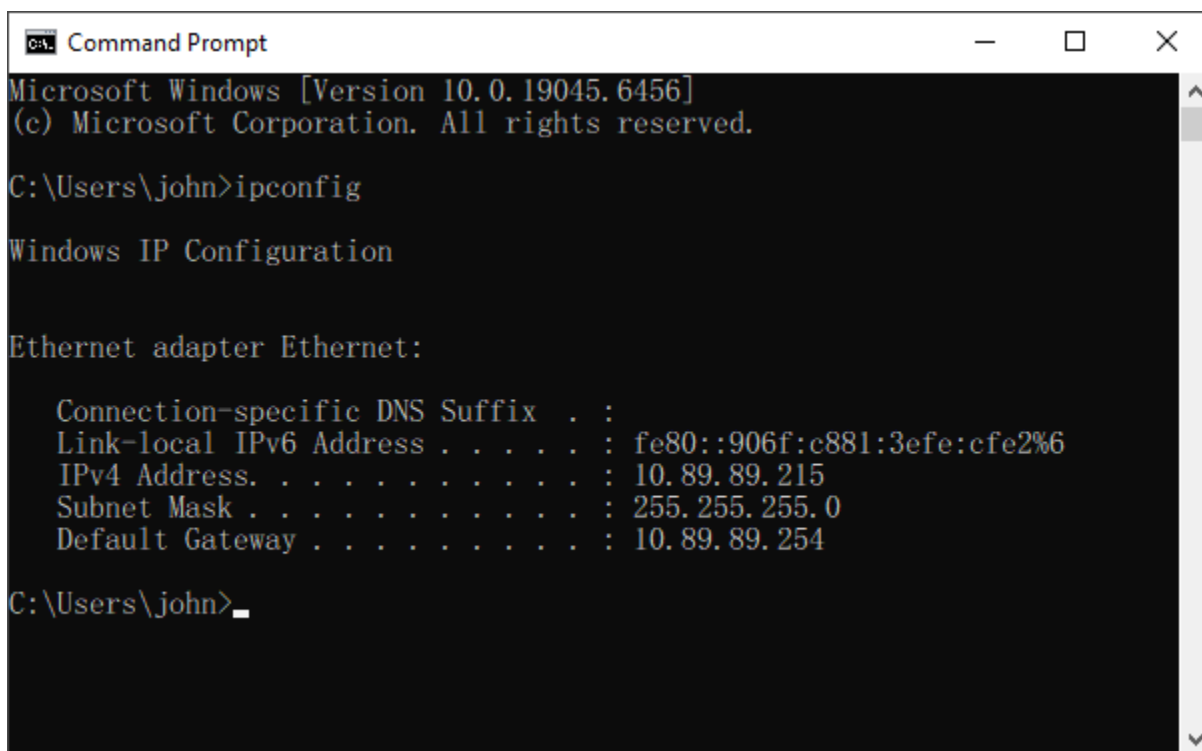
อุปกรณ์	IP Address
Router	10.89.89.254
Computer	10.89.89.215
Camera (DS-2CD6825G0/C-IS)	10.89.89.59

4. ขั้นตอนการตั้งค่า IP กล้อง

- STEP 1: เชื่อมต่ออุปกรณ์
 - ต่อสาย LAN จากกล้องเข้ากับ PoE Switch หรือ NVR
 - ตรวจสอบไฟสถานะของกล้อง
 - เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ในวง Network เดียวกัน
- STEP 2: ตรวจสอบ IP เครื่องคอมพิวเตอร์

เปิด Command Prompt และใช้คำสั่ง ipconfig แล้วตรวจสอบค่า

- IPv4 Address
- Subnet Mask
- Default Gateway



```
Command Prompt
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.6456]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\john>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Ethernet:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::906f:c881:3efe:cfe2%6
    IPv4 Address. . . . . : 10.89.89.215
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Default Gateway . . . . . : 10.89.89.254

C:\Users\john>_
```

ภาพ Command Prompt และใช้คำสั่ง ipconfig แล้วตรวจสอบค่า

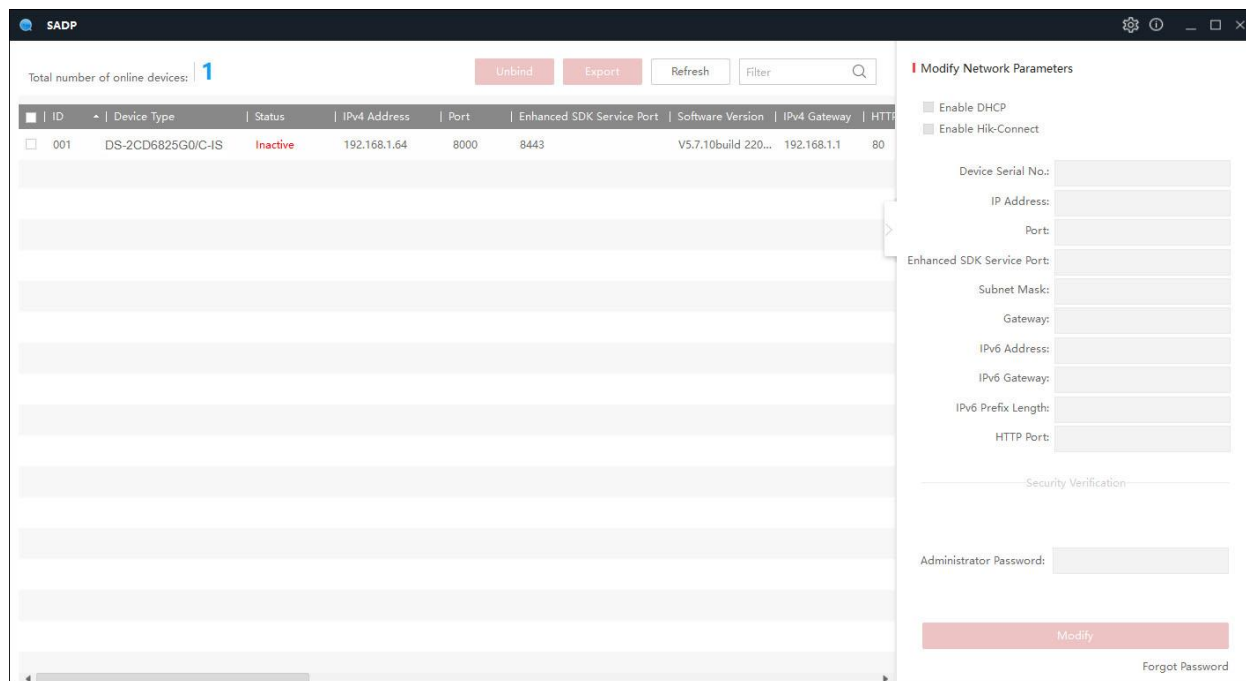
- STEP 3 ค้นหาเครื่องด้วยโปรแกรม SADP Tool

วิธีการ

1. เปิดโปรแกรม SADP Tool
2. ระบบจะ Scan อุปกรณ์อัตโนมัติ
3. ตรวจสอบรายการกล้อง

ข้อมูลที่แสดง

- IP Address (ค่าเริ่มต้นจากโรงงาน คือ 192.168.1.64)
- Status Inactive
- Model: DS-2CD6825G0/C-IS



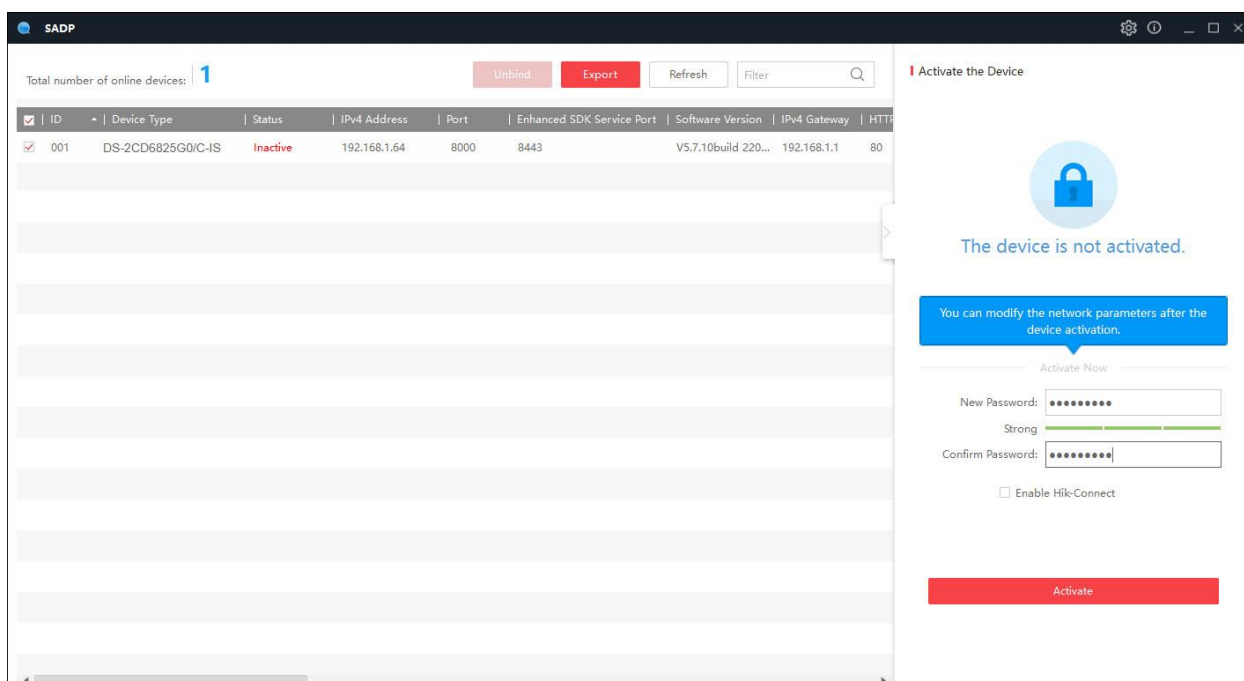
ภาพ Status Inactive

◆ STEP 4 Activate กล้อง

หากสถานะเป็น Inactive ต้องดำเนินการ Activate

วิธีการ

1. คลิกเลือกกล้อง
2. ทำการตั้งรหัสผ่านใหม่
3. ยืนยันรหัสผ่าน
4. กด Activate



ภาพ การตั้งรหัสผ่านใหม่

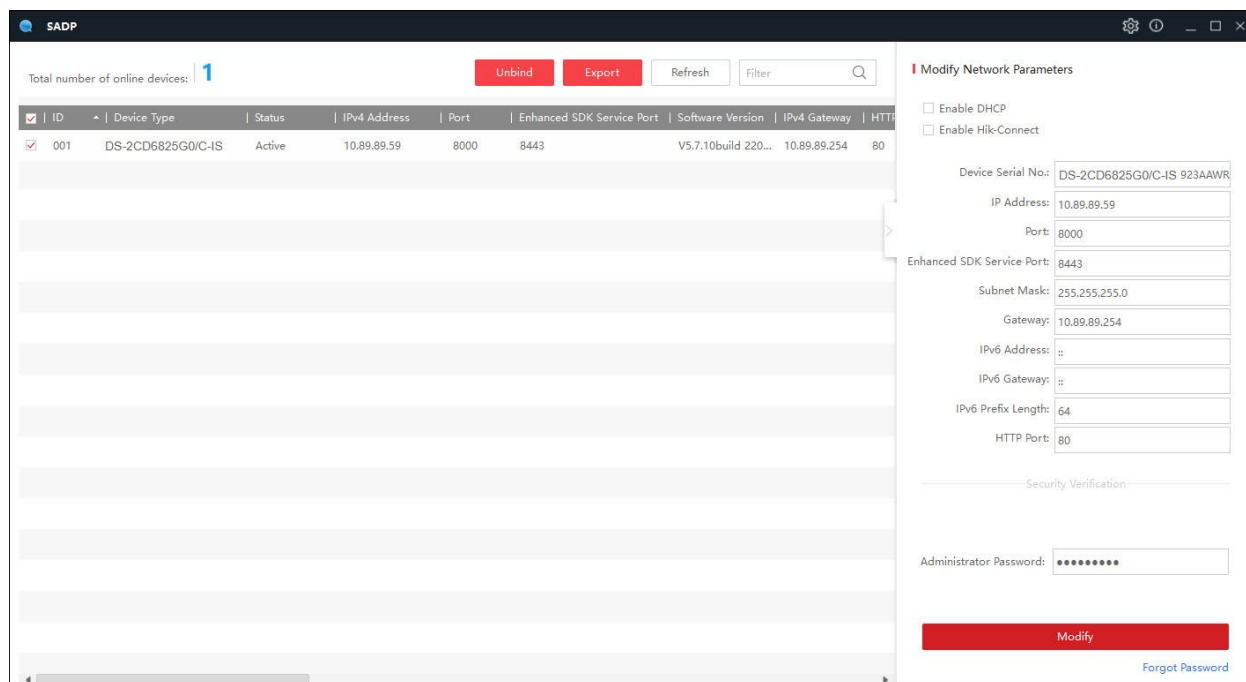
ข้อกำหนดรหัสผ่าน

- ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ + พิมพ์เล็ก + ตัวเลข

ตัวอย่างการตั้งรหัสผ่าน Admin@12345

- STEP 5 การตั้งค่า IP Address

วิธีการ	รายการ	ค่า
1. คลิกเลือกกล่อง	IP Address	10.89.89.59
2. กำหนดค่าเครือข่าย	Subnet Mask	255.255.255.0
3. ใส่รหัสผ่าน		
4. กด Modify	Gateway	10.89.89.254



ภาพ การตั้งค่า IP Address

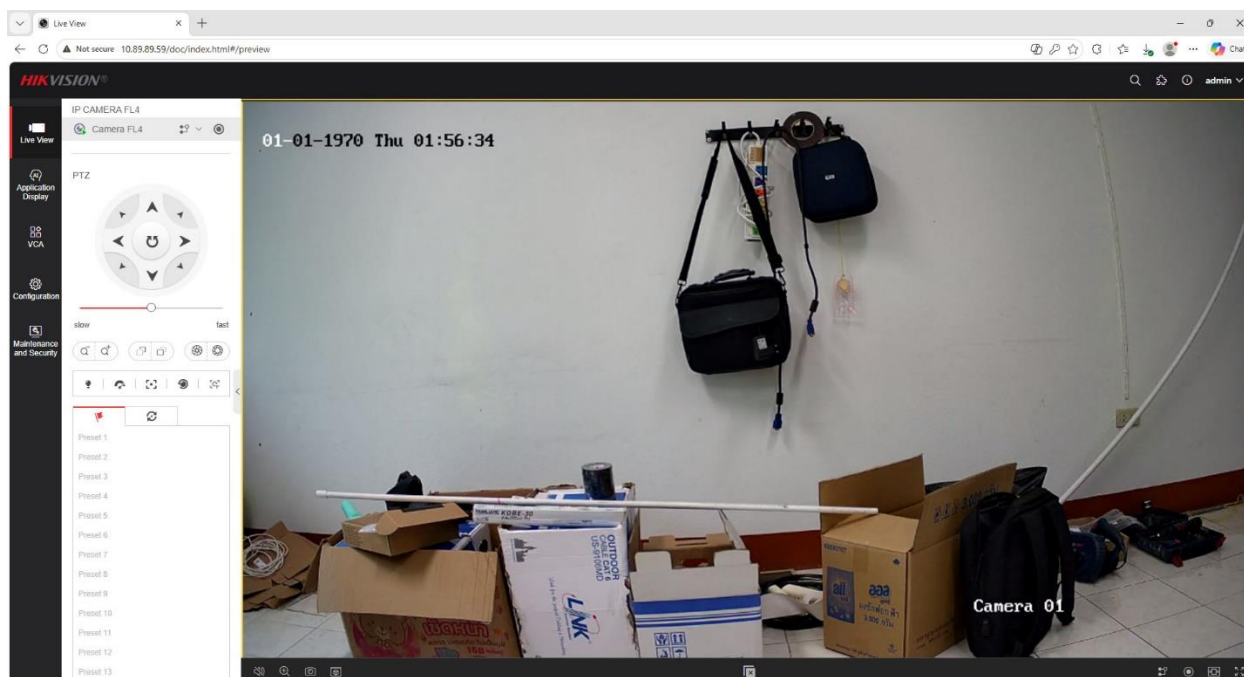
✓ ผลลัพธ์

- IP ถูกเปลี่ยน
- Status เป็น Active

- STEP 6 ทดสอบการเชื่อมต่อ

1. เปิด Web Browser
2. ป้อน IP เช่น http://10.89.89.60
3. Login ด้วย Username และ Password ที่ตั้งไว้

✓ หากแสดงภาพได้ แสดงว่าตั้งค่าสำเร็จ



ภาพ ทดสอบการเชื่อมต่อจาก Web Browser

5. ปัญหาที่พบบ่อยและแนวทางแก้ไข

5.1 ไม่พบกล้องในระบบ

- ตรวจสอบสาย LAN
- ปิด WiFi
- ตรวจสอบ Firewall ของเครื่องคอมพิวเตอร์

5.2 ไม่สามารถแก้ไข IP ได้

- ตรวจสอบรหัสผ่านให้ถูกต้อง

5.3 IP Address ซ้ำกัน

- เปลี่ยน IP ใหม่ไม่ให้ซ้ำ

5.4 ไม่สามารถเข้า Web ได้

- ตรวจสอบ IP Address
- ตรวจสอบว่าอยู่ในวงเครือข่ายเดียวกัน

6. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

- ควรกำหนด IP แบบ Static
- จัดทำ ทะเบียน IP Address (IP Plan)
- กำหนด IP เป็นลำดับ เช่น

- กล้อง: 192.168.1.100–150

- ระบบขนาดใหญ่ควรแยก VLAN
- ตั้งรหัสผ่านให้มีความปลอดภัยสูง

7. สรุป

การตั้งค่า IP Address สำหรับกล้องวงจรปิด Hikvision เป็นขั้นตอนพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการทำงานของระบบเครือข่ายและการบันทึกภาพ โดยต้องกำหนดค่าให้สอดคล้องกับโครงสร้างเครือข่าย และตรวจสอบความถูกต้องในทุกขั้นตอน เพื่อให้ระบบมีความเสถียร ปลอดภัย และพร้อมใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานเครื่องบันทึก (NVR) รุ่น iDS-9616NXI-M8/X

คู่มือการใช้งานเครื่องบันทึก (NVR) รุ่น iDS-9616NXI-M8/X

1. วัตถุประสงค์

เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานและตั้งค่าเครื่องบันทึกภาพ (Network Video Recorder) ของ Hikvision รุ่น iDS-9616NXI-M8/X สำหรับการบันทึกภาพกล้องวงจรปิดและระบบวิเคราะห์อัจฉริยะ (AI)



2. คุณสมบัติของเครื่องบันทึก

- รองรับกล้อง IP จำนวน 16 ช่องสัญญาณ
- รองรับระบบ AI เช่น People Counting, Face Detection
- แสดงภาพแบบ Real-time
- บันทึกภาพและดูย้อนหลังได้
- รองรับการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายและอินเทอร์เน็ต

3. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

1. เครื่อง NVR รุ่น iDS-9616NXI-M8/X
2. กล้องวงจรปิด DS-2CD6825G0/C-IS
3. จอแสดงผล (Monitor)

4. เม้าส์
5. สาย LAN และระบบเครือข่าย

4. การเริ่มต้นใช้งาน

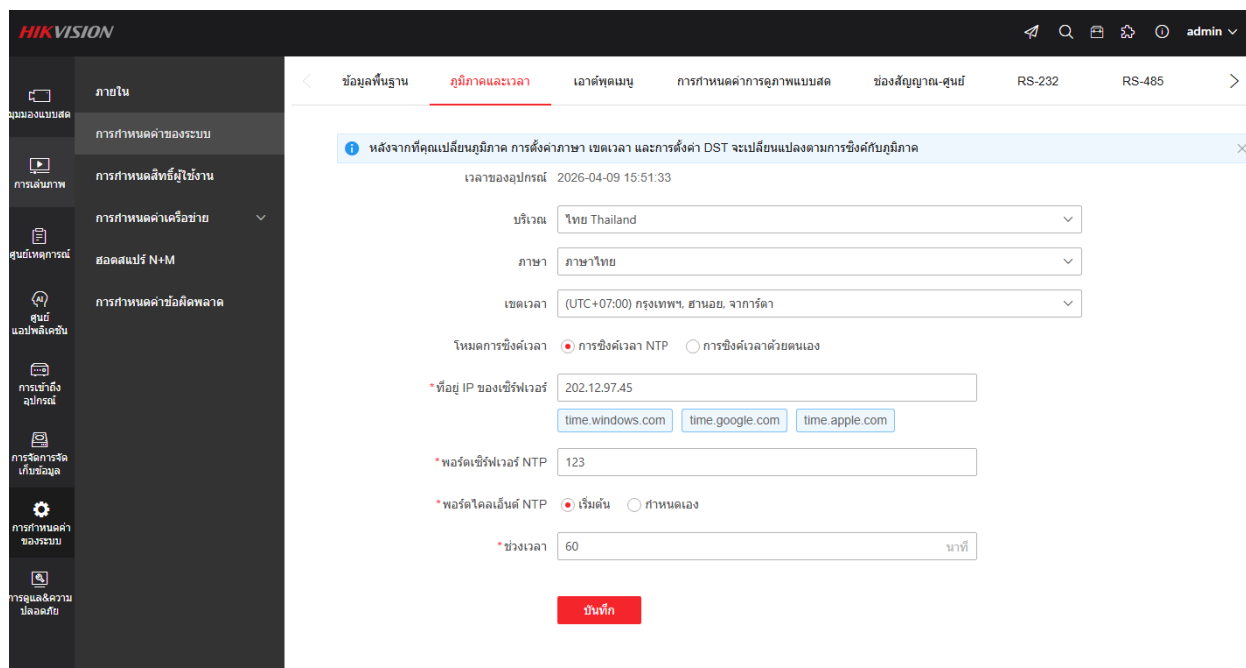
STEP 1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

1. ต่อสาย HDMI/VGA ไปยังจอภาพ
2. ต่อสาย LAN เข้ากับเครือข่าย
3. ต่อกล้อง IP เข้ากับระบบ
4. เปิดเครื่อง NVR

STEP 2 การตั้งค่าเริ่มต้น


เมื่อเปิดใช้งานเครื่องบันทึก (NVR) ครั้งแรก ระบบจะเข้าสู่ขั้นตอนการตั้งค่าเบื้องต้น (Initial Setup Wizard) เพื่อกำหนดค่าพื้นฐานให้พร้อมใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เมื่อเปิดเครื่องครั้งแรก ระบบจะให้ผู้ใช้งานตั้งค่าที่สำคัญ ได้แก่
 - ภาษา (Language)
 - เลือกภาษาที่ใช้แสดงผลในระบบ เช่น ภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ
 - แนะนำให้เลือกภาษาที่ผู้ดูแลระบบใช้งานได้สะดวก เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการตั้งค่า
 - เขตเวลา (Time Zone)
 - เลือกเขตเวลาให้ตรงกับประเทศไทย เช่น (GMT+07:00) Bangkok, Hanoi, Jakarta
 - การตั้งค่า Time Zone ที่ถูกต้องมีความสำคัญ คือ 202.12.97.45 เนื่องจาก
 - ใช้ในการบันทึกเวลาเหตุการณ์
 - ใช้ในการค้นหาภาพย้อนหลัง
 - ใช้ในรายงานต่าง ๆ
2. ตั้งค่ารหัสผ่าน
 - ต้องมีตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ พิมพ์เล็ก และตัวเลข



5. การเพิ่มกล้องเข้าสู่ระบบ

วิธีที่ 1: เพิ่มอัตโนมัติ (Plug & Play)

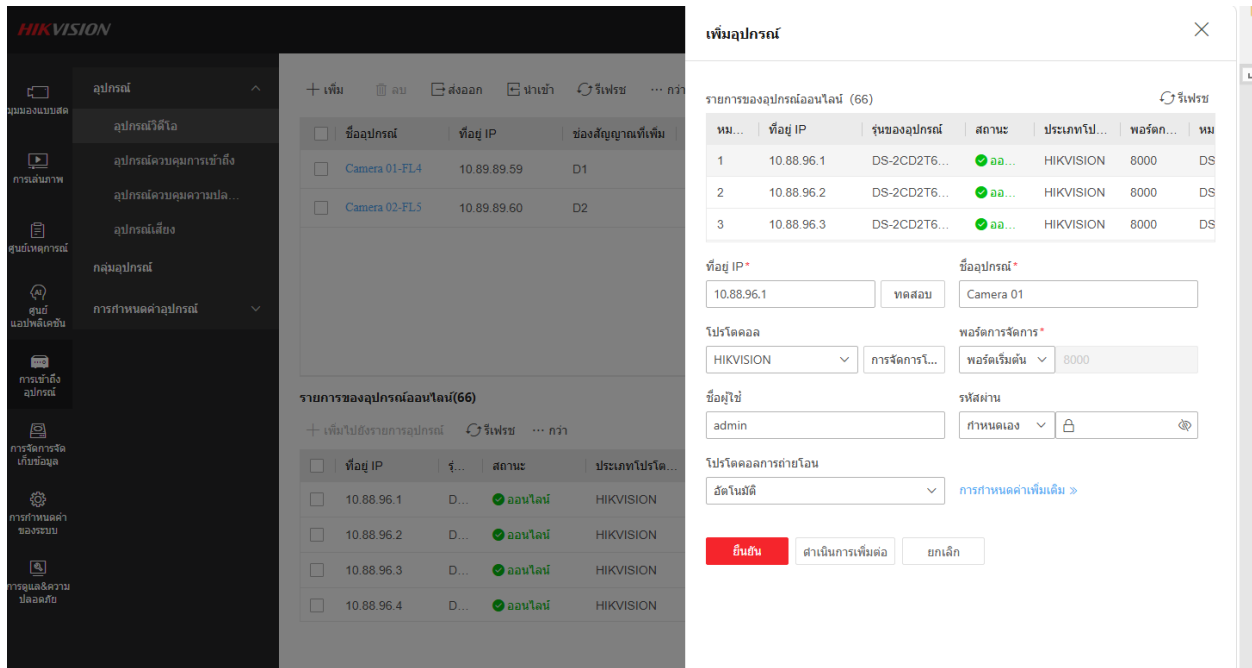
1. ไปที่เมนู  การตั้งค่า → การเข้าถึงอุปกรณ์ (Camera / Device Access)
2. ระบบจะค้นหากำลังอัตโนมัติ
3. กด Add เพื่อเพิ่มกล้องแล้วกรอกข้อมูลของกล้อง ได้แก่

- IP Address
- Username
- Password

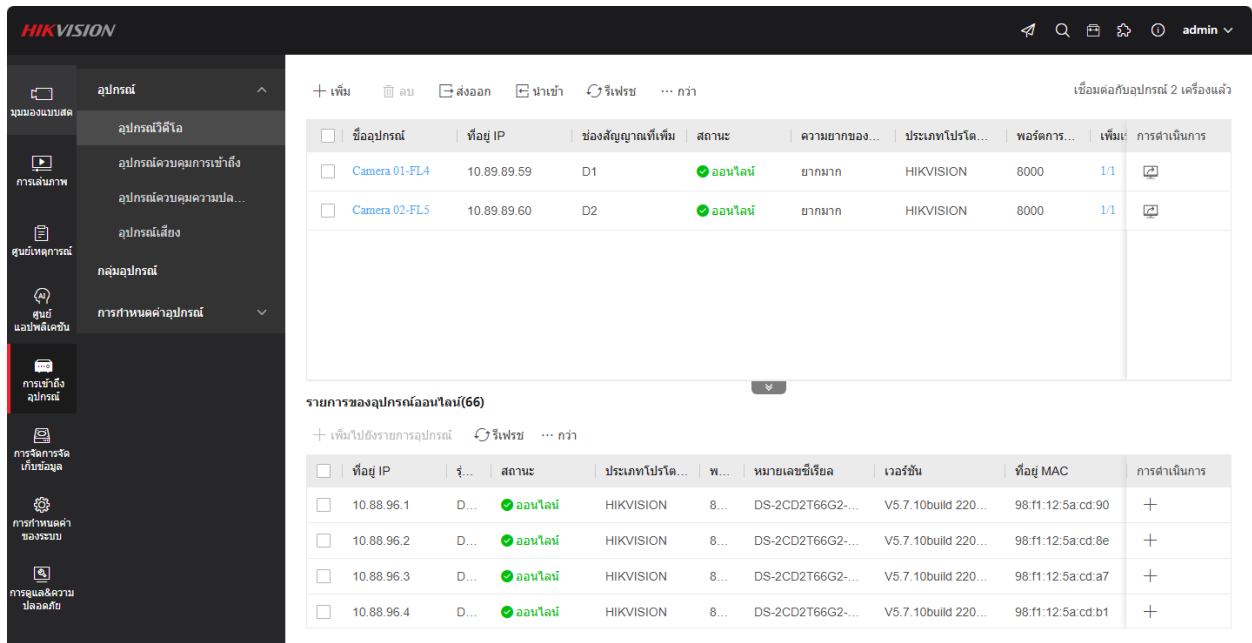
3. กด ยืนยัน

ผลลัพธ์

- สถานะกล้องต้องเป็น Online



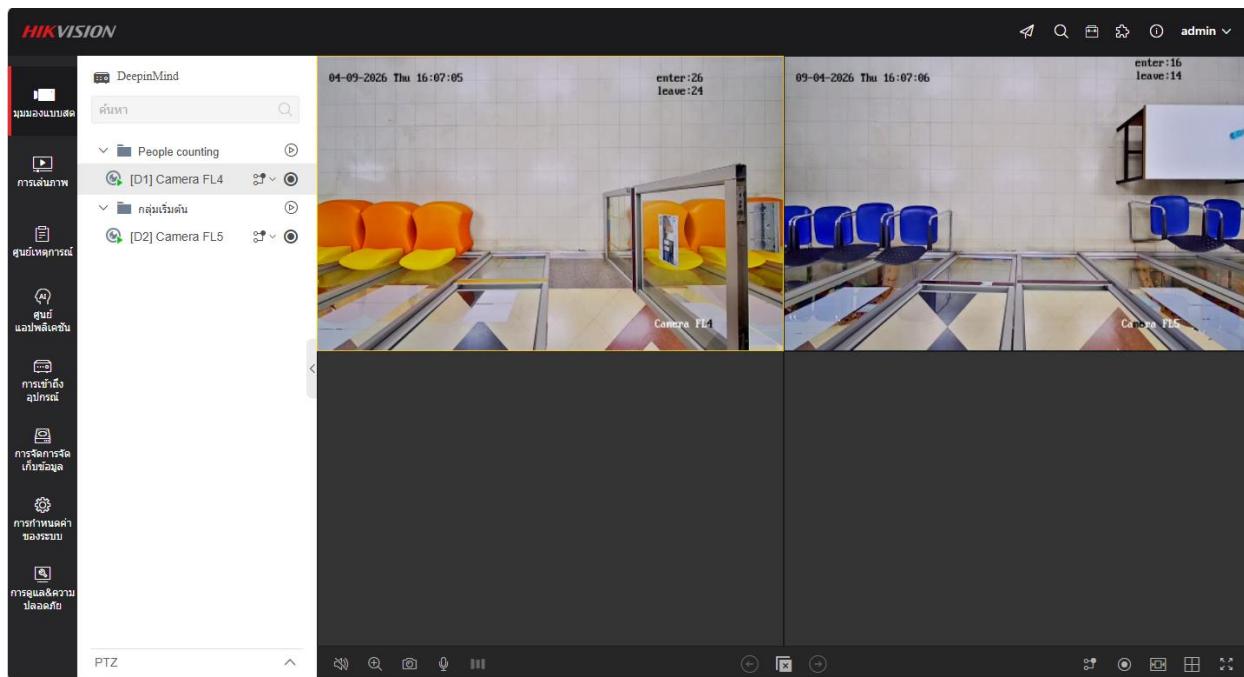
ภาพ การเพิ่มกล้องเข้าสู่ระบบ



ภาพ การเพิ่มกล้องเข้าสู่ระบบสำเร็จ

6. การดูภาพสด (Live View)

- หน้าจอหลักจะแสดงภาพจากกล้องทั้งหมด
- สามารถเลือกดูแบบ 1 / 4 / 9 / 16 ช่องได้



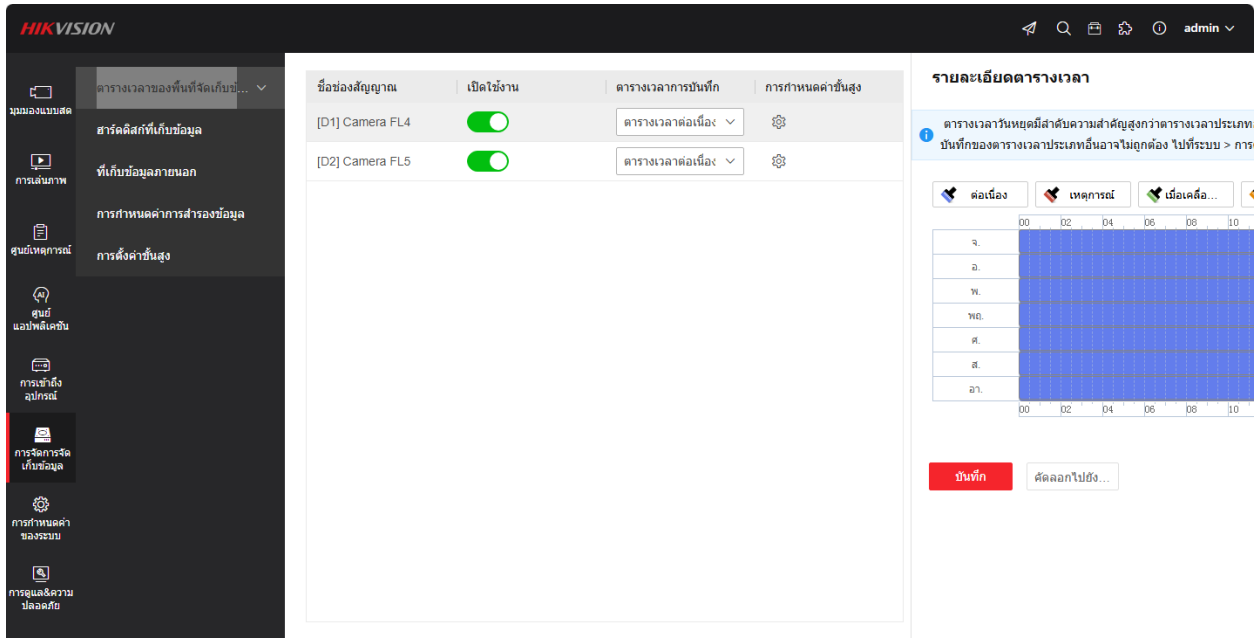
ภาพ การดูภาพสด (Live View)

7. การจัดการบันทึกภาพ (Recording)

7.1 รูปแบบการบันทึก

ไปที่ Menu → การจัดการจัดเก็บข้อมูล → ตารางเวลาของพื้นที่จัดเก็บข้อมูล

- Continuous (บันทึกตลอดเวลา)
- Motion Detection (บันทึกเมื่อมีการเคลื่อนไหว)



ภาพ การตั้งค่ารูปแบบการบันทึก

7.2 การตั้งค่าฮาร์ดดิสก์ที่เก็บข้อมูล

ไปที่ ไปที่ Menu → การจัดการจัดเก็บข้อมูล → ฮาร์ดดิสก์ที่เก็บข้อมูล

ตรวจสอบสถานะของ HDD เช่น

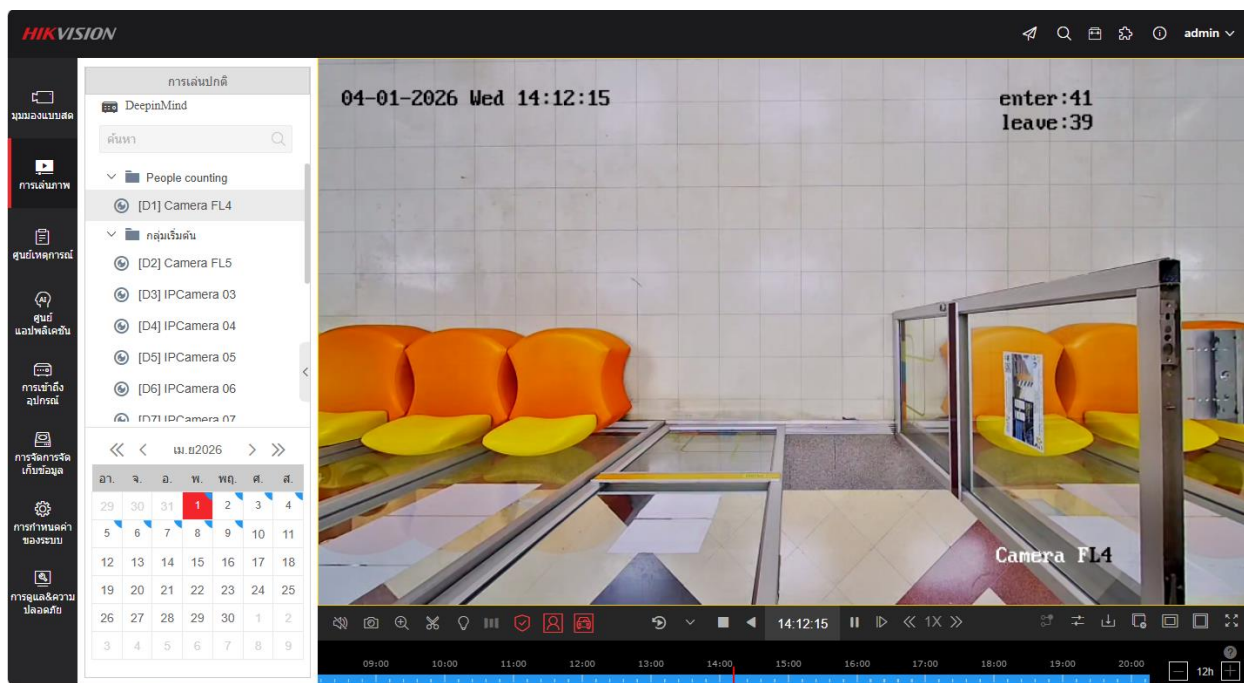
- Normal = ใช้งานปกติ
- Uninitialized = ยังไม่ได้ตั้งค่า
- Error = มีปัญหา



ภาพ การตั้งค่าฮาร์ดดิสก์ที่เก็บข้อมูล

8. การดูย้อนหลัง (Playback)

1. ไปที่เมนู Menu → การเล่นภาพ
2. เลือกหมายเลขกล้อง (Channel) ที่ต้องการดู
3. เลือกวันที่จากปฏิทินที่ต้องการตรวจสอบ แถบสีจะแสดงช่วงเวลาที่มีการบันทึก สีอาจแตกต่างกันตามประเภทการบันทึก เช่น บันทึกปกติ หรือบันทึกเมื่อมีเหตุการณ์
4. ระบบจะแสดงภาพตามช่วงเวลา que เลือก



ภาพ การดูย้อนหลัง (Playback)



✦หมายเหตุ: การกำหนดเส้นนับต้องตั้งค่าที่ตัวกล้อง ไม่ใช่ NVR

9. การตั้งค่าเครือข่าย

- ไปที่ Menu การกำหนดค่าของระบบ → การกำหนดค่าเครือข่าย → พารามิเตอร์เครือข่าย

กำหนดค่า IP Address → Subnet Mask → Gateway

10. การดูภาพผ่าน Web Application

- เปิดโปรแกรม Web Browser ใช้โปรแกรม เช่น Google Chrome, Microsoft Edge
- พิมพ์ IP Address ของ NVR ในช่อง Address Bar เช่น  http://10.89.89.5 กด Enter
- กรอก Username และ Password  คลิก Login

✦หมายเหตุ การเข้าใช้งานครั้งแรก อาจต้องติดตั้ง Plugin หรือ Extension เพิ่มเติม

11. ปัญหาที่พบบ่อยและแนวทางแก้ไข

11.1 กล้องไม่ขึ้น (Offline)

- ตรวจสอบสาย LAN
- ตรวจสอบ IP Address
- ตรวจสอบ Username / Password

11.2 ดูย้อนหลังไม่ได้

- ตรวจสอบการตั้งค่าบันทึก
- ตรวจสอบ Harddisk

11.3 ไม่แสดงผล AI

- ตรวจสอบว่ากล้องรองรับ AI
- ตรวจสอบการตั้งค่าที่ตัวกล้อง

12. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

- ควรตั้งรหัสผ่านที่ปลอดภัย
- สำรองข้อมูลเป็นระยะ
- ตรวจสอบสถานะ HDD อย่างสม่ำเสมอ
- จัดทำรายการ IP ของกล้องทุกตัว

13. สรุป

เครื่องบันทึก iDS-9616NXI-M8/X เป็นอุปกรณ์หลักในการบริหารจัดการระบบกล้องวงจรปิด (CCTV) ที่รองรับทั้งการบันทึกภาพและการประมวลผลด้วยเทคโนโลยี AI โดยสามารถเชื่อมต่อกล้องเครือข่าย (IP Camera) ได้หลายช่องสัญญาณ และรองรับภาพความละเอียดสูง ช่วยให้การบันทึกเหตุการณ์มีความคมชัดและครบถ้วน อีกทั้งยังมีความสามารถด้านการวิเคราะห์ภาพอัจฉริยะ เช่น การตรวจจับบุคคลและยานพาหนะ รวมถึงการแจ้งเตือนเหตุการณ์ผิดปกติ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาความปลอดภัย การตั้งค่าระบบที่เหมาะสม ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดรูปแบบการบันทึก การจัดการพื้นที่จัดเก็บข้อมูล การตั้งค่าการเข้ารหัส และการกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งาน จะช่วยให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เสถียร และสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ตอบสนองต่อการใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ภาคผนวก ค

คู่มือการกำหนดพื้นที่และเส้นนับ (Counting Line) สำหรับกล้องนับคนรุ่น DS-2CD6825G0/C-IS

คู่มือการกำหนดพื้นที่และเส้นนับ (Counting Line) สำหรับกล้องนับคนรุ่น DS-2CD6825G0/C-IS

1. วัตถุประสงค์

เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดพื้นที่ตรวจจับ (Detection Area) และเส้นนับ (Counting Line) สำหรับกล้องนับคนรุ่น Hikvision DS-2CD6825G0/C-IS ของ Hikvision เพื่อให้ระบบสามารถนับจำนวนคนเข้า-ออกได้อย่างถูกต้อง

2. หลักการทำงาน

กล้องรุ่น DS-2CD6825G0/C-IS เป็นกล้องแบบ Dual Lens ที่มีระบบ AI ประมวลผลในตัว (Edge Processing) โดยจะทำการ ดังนี้

- ตรวจจับบุคคลในภาพ
- วิเคราะห์ทิศทางการเคลื่อนที่
- นับจำนวนเมื่อมีการ “ตัดผ่านเส้นนับ (Counting Line)”

✦ หมายเหตุ การตั้งค่าเส้นนับต้องดำเนินการที่ตัวกล้องโดยตรง ไม่สามารถตั้งค่าผ่านเครื่องบันทึก (NVR) ได้

3. ขั้นตอนการตั้งค่า

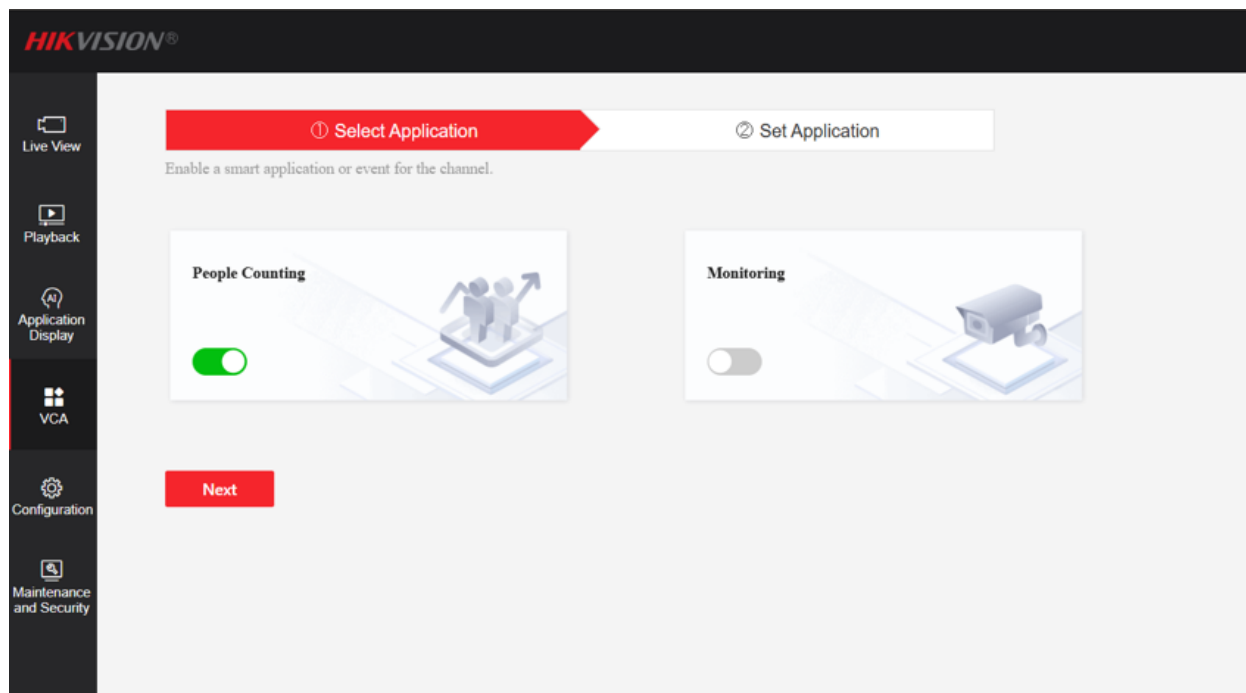
STEP 1 เข้าสู่ระบบกล้อง

1. เปิด Web Browser
2. ป้อน IP Address ของกล้อง (เช่น 10.89.89.59)
3. Login ด้วย Username และ Password

STEP 2: เข้าสู่เมนู People Counting

ไปที่เมนู VCA → People Counting

- เลือก People Counting
- ดึงลูกที่ช่อง Enable People Counting เพื่อเปิดใช้งาน



ภาพ เข้าสู่เมนู People Counting

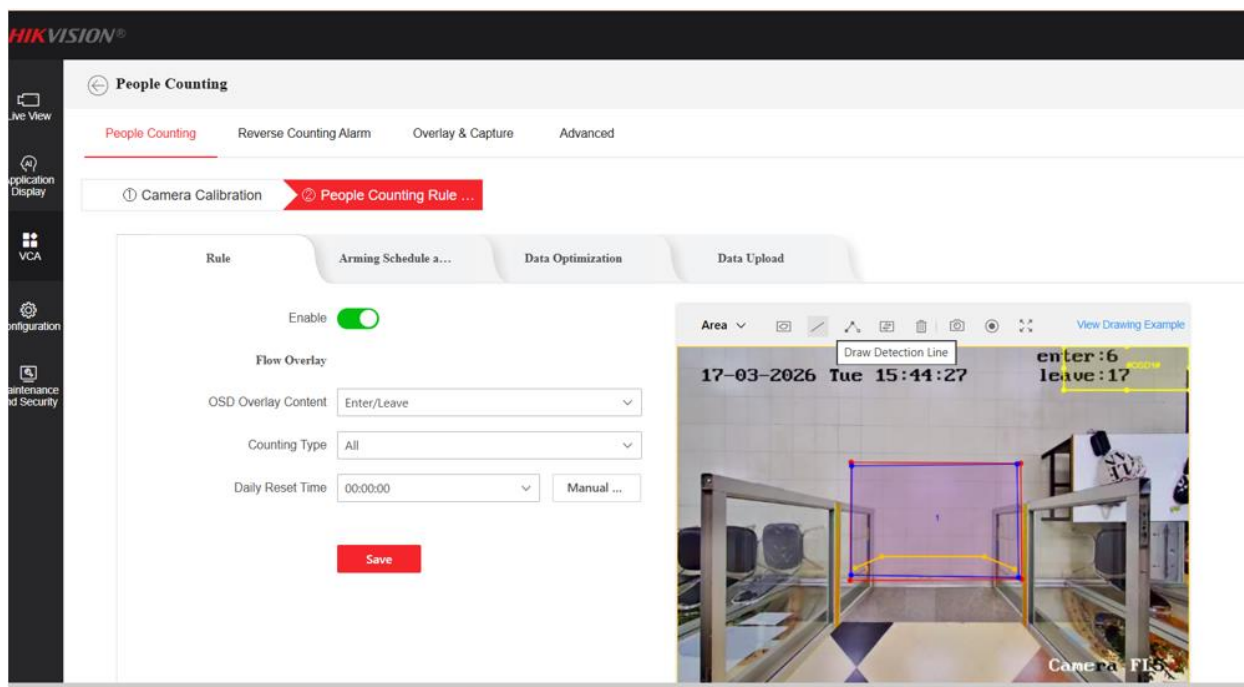
STEP 3 การกำหนดเส้นนับ (Counting Line)

3.1 วาดเส้นนับ

- คลิกที่ Detection Line เพื่อวาดเส้นในพื้นที่ที่ต้องการนับคน (แนะนำให้ติดตั้งกล้องในแนวตั้งเหนือประตู)
- ลากเส้น Region ตัดผ่านทางเข้า-ออก โดย กรอบสีน้ำเงินเป็น พื้นที่ที่ระบบใช้ตรวจจับวัตถุ/คน ก่อนเข้าสู่กระบวนการนับ ใช้เพื่อลด การนับผิดพลาด การตรวจจับวัตถุที่ไม่ใช่คน
- ลากเส้น Count Area ตัดผ่านทางเข้า-ออก โดย กรอบสีแดง คือพื้นที่ที่ระบบจะทำการนับคน
- ลากเส้น Detection Line สีเหลือง เป็น เส้นที่ใช้สำหรับนับคนเข้า-ออก ระบบจะนับเมื่อมีคน เดินตัดผ่านเส้นนี้

สรุปแบบเข้าใจง่าย

- Region = พื้นที่ตรวจจับ
- Count Area = พื้นที่ที่อนุญาตให้นับ
- Detection Line = เส้นที่ใช้ “นับจริง”



ภาพ การวาดเส้นนับ

STEP 5 การปรับค่าความแม่นยำ

เพื่อให้การตั้งค่าแบบปรับเทียบด้วยตนเอง (Manual Calibration) มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นต้องกำหนดค่าความสูงของเลนส์กล้อง (Lens Height) ให้ถูกต้อง โดยค่าที่กำหนดต้องเป็น **ระยะในแนวตั้งจริง (Vertical Distance)** ระหว่างตำแหน่งเลนส์กล้องกับพื้น ไม่ใช่ระยะตามแนวเอียงของมุมกล้อง ทั้งนี้ การกำหนดค่าความสูงที่ถูกต้องจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการคำนวณระยะและขนาดของวัตถุ ส่งผลให้ระบบสามารถตรวจจับและนับจำนวนบุคคลได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

สามารถปรับค่าต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ได้แก่

- Sensitivity (ความไวในการตรวจจับ)
- Target Size (ขนาดของบุคคล)
- Filtering (กรองวัตถุที่ไม่ใช่คน)

✦ การศึกษาครั้งนี้ใช้โหมดการปรับเทียบอัตโนมัติ (Auto Calibration Mode)



Status **Calibration Finished**
 Calibration completed. Camera will only detect targets (within the red counting area) appeared in the video on the right side.

Calibration Mode Auto Manual
 Make sure that the green area in the video image is level ground.

* Lens Height cm

* Tilt Angle °

* Heel Angle °

[View Drawing Example](#)

[Start Calibration](#)

ภาพ การตั้งค่าแบบปรับเทียบ

4. ตรวจสอบผ่าน NVR

- ตรวจสอบข้อมูลแบบ Real-time
- ดูรายงานย้อนหลัง Play Black

การตรวจสอบผ่าน NVR สามารถดำเนินการได้ทั้งในรูปแบบการติดตามสถานการณ์แบบทันที และการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง โดยผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลแบบ Real-time เพื่อเฝ้าระวังเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ ปัจจุบันได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถเรียกดูรายงานย้อนหลัง (Playback) เพื่อตรวจสอบเหตุการณ์ในช่วงเวลาที่ผ่านไปได้อย่างละเอียด ซึ่งช่วยให้การวิเคราะห์เหตุการณ์และการจัดการด้านความปลอดภัยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5. ข้อเสนอแนะในการติดตั้ง

เพื่อให้การนับมีความแม่นยำสูง ควรปฏิบัติดังนี้:

- ติดตั้งกล้องในมุมมองจากด้านบน (Top View)
- ความสูงแนะนำ 2.5 – 4 เมตร
- หลีกเลียงมุมเอียง
- หลีกเลียงแสงย้อนหรือแสงจ้า
- ใ้บุคคลเดินผ่านเส้นในมุมใกล้ 90 องศา

6. ปัญหาที่พบบ่อยและแนวทางแก้ไข

6.1 ระบบไม่นับคน

- ตรวจสอบว่าเส้นนับตัดผ่านทางเดิน
- ตรวจสอบว่าเปิดใช้งาน People Counting

6.2 นับจำนวนผิดพลาด

- ปรับตำแหน่งกล้อง
- ปรับ Sensitivity
- ลดการเดินชิดกัน

6.3 นับเกิน/นับซ้ำ

- ตรวจสอบการตั้งทิศทาง
- ตรวจสอบตำแหน่งเส้นนับ

7. สรุป

การกำหนดเส้นนับและพื้นที่ตรวจจับในกล้อง DS-2CD6825G0/C-IS เป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความแม่นยำของระบบวิเคราะห์ภาพ เนื่องจากกล้องรุ่นนี้รองรับฟังก์ชันการนับจำนวนและการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ การตั้งค่าเส้นนับ (Line Crossing) และพื้นที่ตรวจจับ (Detection Area) จึงควรพิจารณาให้สอดคล้องกับลักษณะของหน่วยงานจริง เช่น ทิศทางการเคลื่อนที่ของบุคคลหรือยานพาหนะ ระยะเวลามุมมองของกล้อง และสภาพแวดล้อมโดยรอบ เพื่อป้องกันการนับซ้ำหรือการตรวจจับที่ผิดพลาด นอกจากนี้ ควรมีการทดสอบและตรวจสอบผลลัพธ์หลังการตั้งค่า พร้อมปรับแต่งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือของระบบในการใช้งานจริง

ภาคผนวก ง

ข้อมูลรายละเอียดทางเทคนิคของกล้อง รุ่น DS-2CD6825G0_C-IVS

ข้อมูลรายละเอียดทางเทคนิคของกล้อง รุ่น DS-2CD6825G0_C-IVS

DS-2CD6825G0/C-I(V)(S)
2 MP IR Network Camera

HIKVISION



With -V Mode:



Without -V Mode:



- 1/2.7" Progressive Scan CMOS
- 1920 × 1080 @ 30fps
- 2 mm fixed lens
- Digital WDR
- 3D DNR

- ROI
- H.265, H.265+



www.hikvision.com

Specifications

Camera	
Image Sensor	1/1.2.7" Progressive Scan CMOS
Min. Illumination	Color: 0.005 Lux @ (F1.2, AGC ON), 0.0176 Lux @ (F2.25, AGC ON) B/W: 0.001 Lux @ (F1.2, AGC ON), 0.0035 Lux @ (F2.2.5, AGC ON)
Shutter Speed	1/25 s to 1/100,000 s
Day & Night	IR Cut Filter
WDR	Digital WDR
Lens	
Focal Length	2 mm fixed lens
Aperture	F2.25
FOV	Horizontal FOV 104.5°, vertical FOV 70.5°, diagonal FOV 112°
Lens Mount	M12
IR	
IR Range	Up to 6 m IR range
Wavelength	850 nm
Video	
Max. Resolution	1920 × 1080
Main Stream	50Hz: 25fps (1920 × 1080, 1280 × 720); 60Hz: 30fps (1920 × 1080, 1280 × 720)
Sub Stream	50Hz: 25fps (704 × 576, 640 × 480) 60Hz: 30fps (704 × 480, 640 × 480)
Video Compression	Main stream: H.265+/H.265/H.264+/H.264 Sub stream: H.265/H.264/MJPEG
H.264 Type	BaseLine Profile/Main Profile/High Profile
H.264+	Main stream supports
H.265 Type	Main Profile
H.265+	Main stream supports
Video Bit Rate	32 Kbps to 16 Mbps
SVC	H.265 and H.264 support
Audio	
Audio Compression	G.711/G.722.1/G.726/MP2L2/PCM
Audio Bit Rate	64Kbps(G.711)/16Kbps(G.722.1)/16Kbps(G.726)/32-160Kbps(MP2L2)
Environment Noise Filtering	Yes
Audio Sampling Rate	8kHz/16kHz/32kHz/44.1kHz/48kHz
Smart Feature-Set	
Basic Event	Motion detection, video tampering alarm, exception (network disconnected, IP address conflict, illegal login, HDD full, HDD error)
People Counting	Counts people entering and exiting separately Supports real-time uploading and uploading by statistic cycle Sends email reports on daily, weekly, monthly or annually basis

	Supports target filtering by height
Linkage Method	Upload to FTP/NAS, notify surveillance center, send email, trigger alarm output, trigger recording, trigger capture
Region of Interest	4 fixed regions for main stream and sub-stream
Image	
Image Enhancement	HLC, BLC, 3D DNR, defog
Image Setting	Saturation, brightness, contrast, sharpness are adjustable by client software or web browser
Day/Night Switch	Day/Night/Auto/Schedule/Triggered by alarm input (-S)
Picture Overlay	LOGO picture can be overlaid on video with 128 × 128 24bit bmp format
Network	
Protocols	TCP/IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, RTCP, PPPoE, NTP, UPnP, SMTP, SNMP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv6, UDP, Bonjour, SSL/TLS
API	ONVIF (PROFILE S, PROFILE G), ISAPI, SDK, Ehome (5.0)
Security	Password protection, complicated password, HTTPS encryption, 802.1X authentication (EAP-MD5), watermark, IP address filter, basic and digest authentication for HTTP/HTTPS, WSSE and digest authentication for ONVIF, RTP/RTSP over HTTPS, control timeout settings, security audit log
Simultaneous Live View	Up to 20 channels
User/Host	Up to 32 users. 3 user levels: administrator, operator and user
Client	IVMS-4200, Hik-Connect
Web Browser	IE8+, Chrome 41.0-44, Mozilla Firefox30.0-51, Safari8.0-11
Interface	
Communication Interface	1 RJ45 10M/100M Ethernet port, -S: 1 RS-485 interface (half duplex, HIKVISION, Pelco-P, Pelco-D, self-adaptive)
Audio	1 built-in mic -S: 1 Input (line in, two-core terminal block), 1 output (two-core terminal block), mono sound
Alarm (-S)	1 input, 1 output (max. 24 VDC, 1 A)
On-board storage	300 M eMMC storage for people counting data
General	
Firmware Version	5.5.90
Web Client Language	32 languages. English, Russian, Estonian, Bulgarian, Hungarian, Greek, German, Italian, Czech, Slovak, French, Polish, Dutch, Portuguese, Spanish, Romanian, Danish, Swedish, Norwegian, Finnish, Croatian, Slovenian, Serbian, Turkish, Korean, Traditional Chinese, Thai, Vietnamese, Japanese, Latvian, Lithuanian, Portuguese (Brazil)
General Function	Anti-flicker, heartbeat, mirror, password protection, watermark, IP address filter
Startup and Operating Conditions	-30 °C to +45 °C (-22 °F to +113 °F), Humidity 95% or less (non-condensing)
Storage Conditions	-30 °C to +60 °C (-22 °F to +140 °F), Humidity 95% or less (non-condensing)
Power Supply	12 VDC±20%, reverse polarity protection, Φ5.5mm coaxial power plug 12 VDC, PoE (36 to 57 VDC, 802.3af), Calss3

Power Consumption	12 VDC, 0.66 A, max. 8 W, PoE (802.3 af, 36 to 57 VDC), 0.23 A to 0.14 A, max. 8.3 W
Material	Front cover: plastic, camera body: metal
Dimensions	With -V: 168 mm × 61 mm × 41 mm (6.6" × 2.4" × 1.6") Without -V: 168 mm × 61 mm × 36 mm (6.6" × 2.4" × 1.4") With Package: 235 mm × 120 mm × 125 mm (9.2" × 4.7" × 4.9")
Weight	Camera: Approx. 435 g (1 lb.) With package: 725 g (1.6 lb)
Approval	
EMC	47 CFR Part 15, Subpart B; EN 55032: 2015, EN 61000-3-2: 2014, EN 61000-3-3: 2013, EN 50130-4: 2011 +A1: 2014; AS/NZS CISPR 32: 2015; ICES-003: Issue 6, 2016; KN 32: 2015, KN 35: 2015
Safety	UL 60950-1, IEC 60950-1:2005 + Am 1:2009 + Am 2:2013, EN 60950-1:2005 + Am 1:2009 + Am 2:2013, IS 13252(Part 1):2010+A1:2013+A2:2015
Environment	2011/65/EU, 2012/19/EU, Regulation (EC) No 1907/2006
Protection	With -V model: IP67 (IEC 60529-2013)

Available Model

DS-2CD6825G0/C-I (2 mm), DS-2CD6825G0/C-IS (2 mm), DS-2CD6825G0/C-IV (2 mm), DS-2CD6825G0/C-IVS (2 mm)

• Typical Application

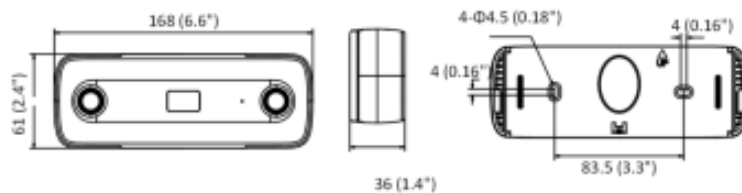
Hikvision products are classified into three levels according to their anti-corrosion performance. Refer to the following description to choose for your using environment.

This model has NO SPECIFIC PROTECTION.

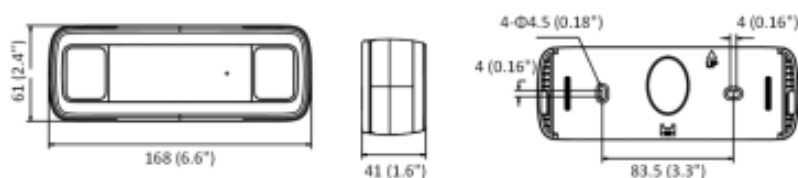
Level	Description
Top-level protection	Hikvision products at this level are equipped for use in areas where professional anti-corrosion protection is a must. Typical application scenarios include coastlines, docks, chemical plants, and more.
Moderate protection	Hikvision products at this level are equipped for use in areas with moderate anti-corrosion demands. Typical application scenarios include coastal areas about 2 kilometers (1.24 miles) away from coastlines, as well as areas affected by acid rain.
No specific protection	Hikvision products at this level are equipped for use in areas where no specific anti-corrosion protection is needed.

Dimension

Without -V Model:



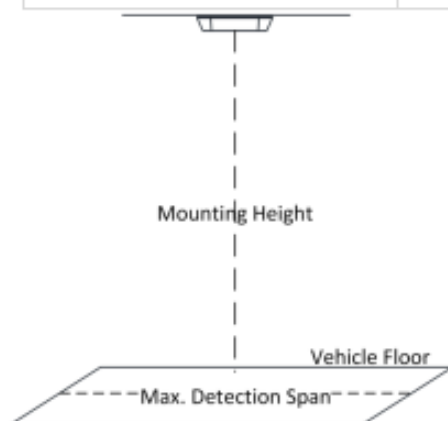
With -V Model:



Installation Recommendation

Following table shows the relations among focal length, mounting height, and max. detection span of typical values. For detailed installation advice, please contact the technical support of HIKVISION.

Focal Length (mm)	Mounting Height (m)	Max. Detection Span (m)
2	2.1	0.95
2	2.6	2.15
2	3.1	3.34
2	3.6	4.53
2	4.1	5.72
2	4.7	5.36
2	5.1	6.08
2	5.6	6.97
2	6	7.69



ภาคผนวก จ

ข้อมูลรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องบันทึกภาพ iDS-9616NXI-M8/X

ข้อมูลรายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องบันทึกภาพ iDS-9616NXI-M8/X

HIKVISION

iDS-9616NXI-M8/X
16-ch 2U 8K DeepinMind NVR



- Up to 2-ch@32 MP/2-ch@24 MP/4-ch@12 MP/8-ch@8 MP/16-ch@4 MP/32-ch@1080p decoding capacity
- H.265+/H.265/H.264+/H.264 video formats
- Up to 16-ch IP cameras can be connected
- Up to 16-ch perimeter protection
- Up to 16-ch facial recognition for video stream, or up to 16-ch facial recognition for face picture
- Intelligent analytics based on deep learning algorithm
- Up to 12-ch video structuralization
- Up to 8-ch IP speakers can be connected

▪ Function

Professional and Reliability

- 1、 H.265+ compression effectively reduces the storage space by up to 75%
- 2、 Dual-stream recording saves bandwidth
- 3、 Adopt stream over TLS encryption technology which provides more secure stream transmission service
- 4、 Support double verification for playback and downloading

HD Video Output

- 1、 Provide independent HDMI and VGA outputs
- 2、 HDMI video output at up to 8K resolution or dual 4K resolution

Storage and Playback

- 1、 Up to 8 SATA interfaces for HDD connection
- 2、 Up to 16-ch synchronous playback

Smart & POS Function

- 1、 Support multiple VCA (Video Content Analytics) events
- 2、 Configurable special camera smart functions, such as VCA detection (motion, line crossing, intrusion, etc.), heat map, ANPR (Automatic Number-Plate Recognition), and people counting
- 3、 POS information overlay on live view and playback, and POS triggered recording and alarm

Network & Ethernet Access

- 1、 2 self-adaptive 10/100/1000 Mbps Ethernet interfaces
- 2、 Hik-Connect & DDNS (Dynamic Domain Name System) for easy network management
- 3、 Smooth streaming technology
- 4、 Support web access without plug-in

• Specification

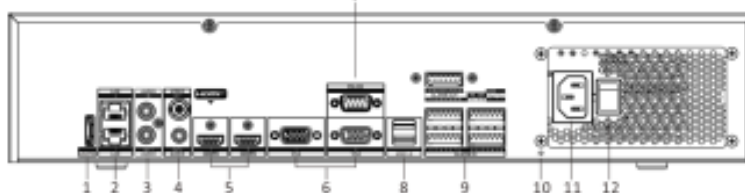
Intelligent Analytics	
AI by NVR	Facial recognition, perimeter protection, video structuralization, AcuSearch
AI by Camera	Facial recognition, perimeter protection, video structuralization, AcuSearch, motion detection 2.0, ANPR, people counting, VCA
Engine	2, each engine can run an intelligent algorithm, engine mode is adjustable
AcuSearch	
By Camera	All channels, up to 691,200 targets/day The camera should enable AcuSearch function
By NVR	Up to 8-ch, up to 691,200 targets/day
Perimeter Protection	
By NVR	16-ch 4 MP or 8-ch 8 MP (Without Large Model) 12-ch 2 MP or 8-ch 4 MP or 4-ch 8 MP (With Large Model)
By Camera	All channels (powered by Large Model)
Video Structuralization	
Structured Analysis	Up to 12-ch 2 MP (6-ch for each engine) or 8-ch 4 MP or 4-ch 8 MP
Face Picture Library	Up to 32 face picture libraries, up to 100,000 face pictures in list library, up to 10,000 face pictures in stranger library, up to 10,000,000 face pictures in face capture (each picture ≤ 4 MB, total capacity ≤ 20 GB)
Face Picture Comparison	16-ch; Comparison speed: 32 pictures per second
Facial Recognition	
Facial Detection and Analytics	Face picture comparison, human face capture, face picture search
Face Picture Library	Up to 32 face picture libraries, up to 100,000 face pictures in list library, up to 10,000 face pictures in stranger library, up to 10,000,000 face pictures in face capture (each picture ≤ 4 MB, total capacity ≤ 20 GB)
Face Picture Comparison (Captured from Camera)	16-ch (24-ch for each engine); Comparison speed: 48 pictures per second
Facial Detection and Analytics Performance	Up to 16-ch 2 MP (8-ch for each engine) or 8-ch 4 MP or 4-ch 8 MP
ANPR	
By Camera	All channels
Vehicle Attributes	Vehicle brand, vehicle color, vehicle type
Plate Attributes	Plate number, license plate color, license plate type
Video and Audio	
IP Video Input	16-ch Up to 32 MP resolution
Incoming Bandwidth	320 Mbps
Outgoing Bandwidth	400 Mbps
HDMI 1 Output	8K (7680 × 4320)/30Hz, 4K (3840 × 2160)/60Hz, 4K (3840 × 2160)/30Hz, 2K (2560 × 1440)/60Hz, 1920 × 1080/60Hz
HDMI 2 Output	4K (3840 × 2160)/60Hz, 4K (3840 × 2160)/30Hz, 2K (2560 × 1440)/60Hz, 1920 × 1080/60Hz *: When HDMI1 output resolution is 8K, the maximum HDMI2 output resolution is 1080p.

Incoming Bandwidth (RAID Mode)	320 Mbps
Outgoing Bandwidth (RAID mode)	400 Mbps
VGA 1 Output	1920 × 1080/60Hz
VGA 2 Output	1920 × 1080/60Hz
Video Output Mode	HDMI1/VGA1 simultaneous output, HDMI2/VGA2 simultaneous output
CVBS Output	1-ch, BNC (1.0 Vp-p, 75 Ω), resolution: PAL: 704 × 576, NTSC: 704 × 480
Audio Output	2-ch, RCA (Linear, 1 KΩ)
Two-Way Audio	1-ch, RCA (2.0 Vp-p, 1 k Ω)
Decoding	
Decoding Format	H.265/H.265+/H.264/H.264+
Decoding Capability	2-ch@32 MP (30 fps)/2-ch@24 MP (30fps)/4-ch@16 MP (30fps)/8-ch@8 MP (30fps)/16-ch@4 MP (30fps)/32-ch@2 MP (30fps)
Synchronous Playback	16-ch
Recording Resolution	32 MP/24 MP/12 MP/8 MP/6 MP/5 MP/4 MP/3 MP/1080p/UXGA/720p/VGA/4CIF/DCIF/2CIF/CIF/QCIF
Network	
Remote Connection	128
Network Protocol	TCP/IP, DHCP, IPv4, IPv6, DNS, DDNS, NTP, RTSP, SADP, SMTP, SNMP, NFS, iSCSI, ISUP, UPnP™, HTTP, HTTPS, ONVIF(Version 2.2), OTAP
API	ONVIF (profile S/G); SDK; ISAPI
Compatible Browser	IE11, Chrome V57, Firefox V52, Safari V12, Edge V89, or above version
Network Interface	2, RJ-45 10/100/1000 Mbps self-adaptive Ethernet interface
Camera Access Protocol	ONVIF(Version 2.5), RTSP
RAID	
RAID Type	RAID0, RAID1, RAID5, RAID6, RAID10
Auxiliary Interface	
Ctrl 12V	Controllable 12 VDC, 1 A power output for external alarm device; The power will be turned on when the alarm output is triggered. *: The Ctrl 12V power is controlled by alarm output 9.
DC 12V	12 VDC, 1 A power output
SATA	8 SATA interfaces; 3.5-inch HDD
eSATA	1 eSATA interface
Capacity	Up to 16 TB capacity for each HDD
Serial Interface	1 RS-232, 1 RS-485 (full-duplex)
USB Interface	Front panel: 2 × USB 2.0; Rear panel: 1 × USB 3.0
Alarm In/Out	16/9
General	
GUI Language	English, Russian, Bulgarian, Hungarian, Greek, German, Italian, Czech, Slovak, French, Polish, Dutch, Portuguese, Spanish, Romanian, Turkish, Japanese, Danish, Swedish Language, Norwegian, Finnish, Korean, Traditional Chinese, Thai, Estonian, Vietnamese, Croatian, Slovenian, Serbian, Latvian, Lithuanian, Uzbek, Kazakh, Arabic, Ukrainian, Kyrgyz, Brazilian Portuguese, Indonesian
Power Supply	100 to 240 VAC, 50 to 60 Hz
Consumption	≤ 50 W (without HDD)

Working Temperature	-10 to 55°C (14 to 131° F)
Working Humidity	10 to 90%
Dimension (W × D × H)	442 × 458 × 93 mm (17.4"× 18.0" × 3.7")
Weight	≤ 10 kg (without HDD, 28.7 lb.)
Certification	
Obtained Certification	CE, FCC, IC, CB, KC, UL, Rohs, Reach, WEEE, RCM, UKCA, LOA, BIS
FCC	Part 15 Subpart B, ANSI C63.4-2014
CE	EN 55032:2015+A1:2020, ENIEC61000-3-2:2019+A1:2021, EN 61000-3-3:2013+A1:2019, EN 50130-4:2011+A1:2014, EN 55035:2017+A11:2020

• Physical Interface

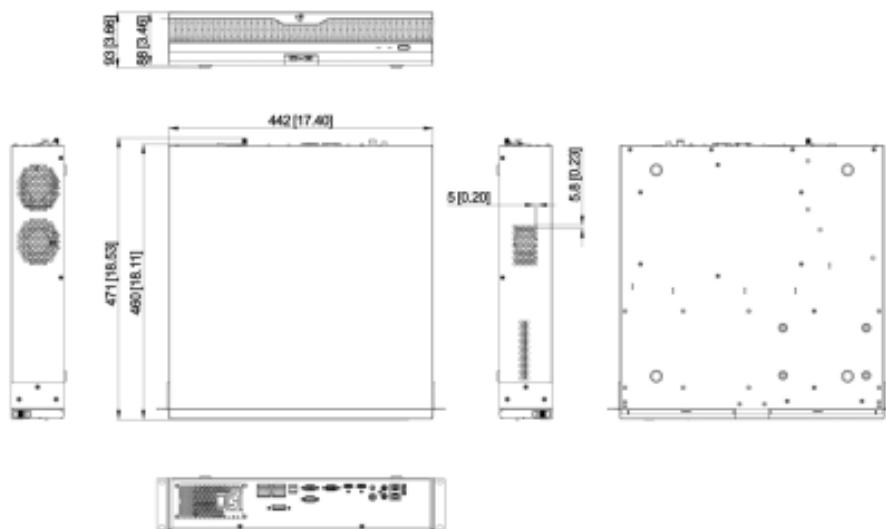
No.	Description	No.	Description
1	eSATA interface	7	RS-232 serial interface
2	LAN interfaces	8	USB 3.0 interfaces
3	Audio in and out	9	Alarmin, alarm out, RS-485 serial interface, Ctrl 12V and DC 12V
4	Audio out and video out	10	GND
5	HDMI 1 and HDMI 2 interfaces	11	100 to 240 VAC power supply
6	VGA 1 and VGA 2 interfaces	12	Power switch



• Available Model

IDS-9616NXI-M8/X(STD)
 IDS-9616NXI-M8/X(NEU)
 IDS-9616NXI-M8/X(STD)/ISS

• Dimension



Unit:mm [inch]

SCALE 1:1

ประวัติย่อผู้วิเคราะห์และพัฒนา

ชื่อ-ชื่อสกุล นายชยพล กันต์นิกุล
 ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานช่างเทคนิคชำนาญงาน
 สังกัด กลุ่มภารกิจงานโครงสร้างพื้นฐานระบบดิจิทัล สำนักเทคโนโลยีดิจิทัล
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 โทรศัพท์/อีเมล โทร. 08 9422 1891 อีเมล chaiyap@kku.ac.th

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.	ระดับ	คุณวุฒิ	สาขาวิชา	สถานศึกษา
2539	ประกาศนียบัตร	ปว.ส.	ช่างอิเล็กทรอนิกส์	วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น
2545	ปริญญาตรี	วท.บ.	เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

สาขาที่มีความชำนาญ ระบบโทรศัพท์ภายใน ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การสื่อสารข้อมูลมัลติมีเดียผ่านระบบเครือข่ายสารสนเทศอินเทอร์เน็ตและอินทราเน็ต

เชี่ยวชาญ (ถ้ามี) ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายสารสนเทศคอมพิวเตอร์อินทราเน็ตและอินเทอร์เน็ต

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง 2561 หัวหน้าโครงการวิจัย รูปแบบการจัดการพื้นที่การเรียนรู้ของสำนักเทคโนโลยีดิจิทัล
 แหล่งทุน : ทุนวิจัยสถาบัน มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 2555 ผู้ช่วยวิจัย โครงการวิจัยรูปแบบการบริหารจัดการระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดในการรักษาความปลอดภัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 แหล่งทุน : ทุนวิจัยสถาบัน มหาวิทยาลัยขอนแก่น