



**IMAGE PROCESSING AND DEEP LEARNING FOR
DAIRY COW MONITORING**

JATURON NIYARUT

**MASTER OF ENGINEERING
IN
COMPUTER ENGINEERING**

**SCHOOL OF APPLIED DIGITAL TECHNOLOGY
MAE FAH LUANG UNIVERSITY**

2025

©COPYRIGHT BY MAE FAH LUANG UNIVERSITY

**IMAGE PROCESSING AND DEEP LEARNING FOR
DAIRY COW MONITORING**

JATURON NIYARUT

**THIS THESIS IS A PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING
IN
COMPUTER ENGINEERING**

**SCHOOL OF APPLIED DIGITAL TECHNOLOGY
MAE FAH LUANG UNIVERSITY**

2025

©COPYRIGHT BY MAE FAH LUANG UNIVERSITY



**THESIS APPROVAL
MAE FAH LUANG UNIVERSITY
FOR
MASTER OF ENGINEERING
IN
COMPUTER ENGINEERING**

Thesis Title: Image Processing and Deep Learning for Dairy Cow Monitoring

Author: Jaturon Niyarut

Examination Committee:

Associate Professor Punnarumol Temdee, Ph. D.	Chairperson
Associate Professor Roungsan Chaisricharoen, Ph. D.	Member
Assistant Professor Chayapol Kamyod, Ph. D.	Member
Associate Professor Nattapol Aunsri, Ph. D.	Member
Associate Professor Rawid Banchuin, Ph. D.	Member

Advisor:


.....Advisor
(Associate Professor Roungsan Chaisricharoen, Ph. D.)

Dean:


.....
(Associate Professor Nacha Chondamrongkul, Ph. D.)

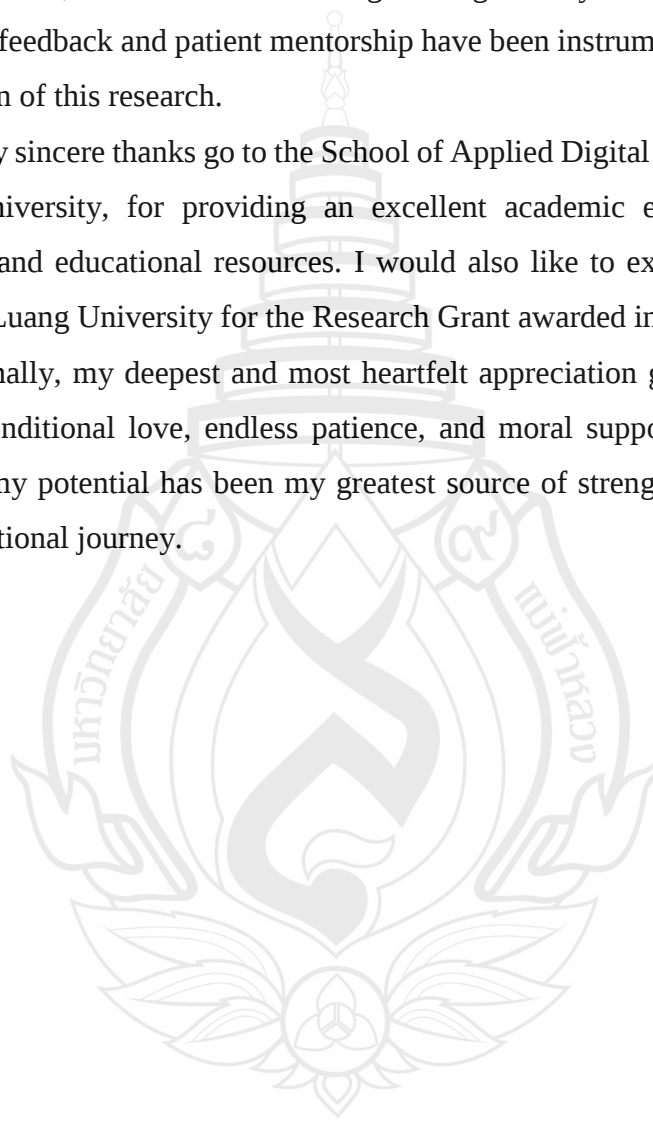
ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my deepest gratitude to my thesis advisor, Associate Professor Dr.Roungsan Chaisricharoen, for his invaluable guidance, continuous encouragement, and immense knowledge throughout my master's degree study. His insightful feedback and patient mentorship have been instrumental in the successful completion of this research.

My sincere thanks go to the School of Applied Digital Technology, Mae Fah Luang University, for providing an excellent academic environment, research facilities, and educational resources. I would also like to express my gratitude to Mae Fah Luang University for the Research Grant awarded in support of this study.

Finally, my deepest and most heartfelt appreciation goes to my family for their unconditional love, endless patience, and moral support. Their unwavering belief in my potential has been my greatest source of strength throughout my life and educational journey.

Jaturon Niyarut



Thesis Title Image Processing and Deep Learning for Dairy Cow Monitoring
Author Jaturon Niyarut
Degree Master of Engineering (Computer Engineering)
Advisor Associate Professor Rounsang Chaisricharoen, Ph. D.

ABSTRACT

Livestock farming is a large-scale industry, particularly for beef and dairy cows, which generate economic value as primary food sources worldwide. Behavioral recognition of beef and dairy cows has traditionally required continuous human observation, which is subject to recording accuracy limitations and human fatigue. YOLOv8n was therefore applied to assist in tasks requiring continuous monitoring for the behavioral recognition of beef and dairy cows. Datasets were collected over 24 hours for model training, and the model was subsequently deployed on-farm to monitor a herd of 16 dairy cows for behavioral data collection over an additional 15 days to derive statistical metrics. The target behaviors were categorized into five classes: Eating, Walking, Lying, Standing, and Drinking, then the model was also applied to analyze the behavior of individual dairy cows during milking 44 times on during morning and evening. The total dataset comprised 12,848 images, partitioned in a train:val:test ratio of 70:15:15. The mAP50-95 metric was compared across five YOLO-based models. YOLOv8n achieved the highest performance owing to its 3.2M parameters, which exceed those of the other versions, yielding Precision 74.85%, Recall 78.74%, mAP@0.5 78.37%, and mAP50-95 49.18%. The classes with relatively lower performance were Walking and Drinking, as their image counts were fewer than those of the other classes because the dairy cow within the farm had limited space for walking. The research primarily focused on the Eating class, as it is instrumental in predicting whether a herd of dairy cow in a farm is at risk of illness.

Keywords: Deep Learning, YOLO, CNNs, Livestock, Cattle Behavioral Recognition, Object Detection, Algorithm Comparison

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER	Page
1 INTRODUCTION	1
1.1 Background of the Research	1
1.2 Problem Statement	3
1.3 Research Objectives	4
1.4 Scope of the Project	5
1.5 Expected Benefits	5
1.6 Project Location and Continuation	6
2 LITERATURE REVIEW	7
2.1 Livestock Industry	7
2.2 Anaplasmosis	10
2.3 Sickness Behavior as an Early Diagnostic Indicator	11
2.4 Feeding Behavior and Physical Movement of Cattle	11
2.5 Object Detection for Frame-based Image Analysis	12
2.6 Herd-level Cow Behavior Measurement	20
2.7 Dataset Collection and Management	25
2.8 GitHub	25
2.9 Stack Overflow	26
2.10 Visual Studio Code	26
2.11 Python	27
2.12 Related Research	27
3 METHODOLOGY	31
3.1 Research Design Concept	32
3.2 System Analysis and Design	33
3.3 System Development and Implementation	41
3.4 Data Collection Method	30
3.5 Data Analysis	31
3.6 Ethical Considerations	32

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER	Page
4 RESULTS & DISCUSSION	46
4.1 Performance Comparison of Each Object Detection Models is The Best in this Datasets	46
4.2 Determination of Statistical Values of Dairy Cow Behavior Within the Farm Then When Values are Abnormal, This Information Can be Alert to the Farm Owner	51
4.3 Monitoring of Dairy Cow Behavior During Milking Cows That Stand Too Long Relative to Eating, or Eat Less or More Slowly, This Information Can be Alert to the Farm Owner	60
4.4 The Evolution of Civil Society in National Disaster Policy	44
5 CONCLUSION	65
5.1 Conclusion of the Experiment	65
5.2 Challenges and Limitations	67
5.3 Recommendations	67
REFERENCES	69
APPENDICES	73
APPENDIX A DATA RECORDING FORMS	73
APPENDIX B APPLICATION FOR APPROVAL TO USE ANIMALS IN RESEARCH	76
APPENDIX C ANIMAL USE LICENSE	94
APPENDIX D CONSENT FORM FOR RECORDING PHOTOS/VIDEOS AND PDPA	96
CURRICULUM VITAE	98

LIST OF TABLES

Table	Page
2.1 Global Beef Production and Trade, 2023–2024	8
2.2 Global Dairy and Dairy Product Production and Trade, 2023–2024	9
2.3 Performance Comparison of YOLOv8 Model Variants	20
2.4 Data Comparison of Various Yolo Versions for the Nano (N) Model Variant	20
2.5 Definition of Statistical and System Performance Metrics	24
3.1 Video Acquisition and Dataset Specifications	35
3.2 YOLO Training Configuration on Google Colab	45
4.1 Performance Comparison of Object Detection	50
4.2 Model Performance Stability (mean $\pm$ SD, epochs 50–100)	50
4.3 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 1	53
4.4 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 2	53
4.5 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 3	53
4.6 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 4	53
4.7 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 5	54
4.8 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 6	54
4.9 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 7	54
4.10 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 8	54
4.11 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 9	55
4.12 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 10	55
4.13 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 11	55
4.14 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 12	55
4.15 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 13	56
4.16 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 14	56
4.17 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 15	56
4.18 Collection of Dairy Cow Behavior Data for a Total of 15 Days	56
4.19 Descriptive Statistics of the Investigated Traits Unit Minutes/Herd	58

LIST OF TABLES

Table	Page
4.20 Comparison of Daily Behavioral Durations of Dairy Cows Across Different Light Condition	59
4.21 Monitoring of Dairy Cow Behavior During Morning Milking	62
4.22 Descriptive Statistics of the Investigated Traits During Milking (Minutes/Cow)	64



LIST OF FIGURES

Figure	Page
2.1 Density Map of Beef Cattle Farming by Province in 2024	8
2.2 Density Map of Dairy Cattle by Province in 2024	9
2.3 Image Analysis of Feeding and Physical Movement Behavior	13
2.4 YOLOv8 Architecture	15
2.5 Provides an Overview of the YOLOv8 Model Variants	16
2.6 YOLO11 Architecture	18
2.7 Provides an Overview of the YOLOv11 Model Variants	19
2.8 Example of the Offline Dataset	25
2.9 Behavioral Detection Charts for Beef Cattle with Different Light	28
2.10 Cow with RumiWatch Noseband Sensor (front and side view) (RWS; ITIN + HOCH GmbH, Feeding Technology, Liestal, Switzerland)	29
3.1 Shows the seven steps of the system process, from video acquisition to individual behavior analysis, detailed in Sections 3.2.3.1–3.2.3.7	31
3.2 Use Case Diagram Training System	34
3.3 Block Diagram of Research	34
3.4 Camera Setup Height of 3.0 m / a Distance of 4.0 m / an Angle of 90°	35
3.5 Example of Using Video for Frame Sampling	36
3.6 Cropping Desired Objects from an Image to Achieve a Normalize Value	37
3.7 Example of Image Annotation Class of Research	38
3.8 Structural Diagram of Model Performance Comparison Framework for Cow Detection	39
3.9 Recording Schedule Across Four Lighting Conditions and Five Measured Behaviors During the 15-Day Unseen-Data Evaluation	40
3.10 Model Recording Flow During Milking, from Trained Model to Behavioral Data Capture Within the Defined Detection Area	41
3.11 Defined Detection Area during Milking	41
3.12 Herd-level Behavioral Data Recording Pipeline for the 16-Cow Batch	43

LIST OF FIGURES

Figure	Page
3.13 Dual-focus Detection Logic During Milking, Showing Zone Classification by Center-Point Coordinates	44
4.1 Precision-Confidence Curve of YOLOv8n	47
4.2 Recall-Confidence Curve of YOLOv8n	48
4.3 F1-Confidence Curve of YOLOv8n	48
4.4 Results of YOLOv8n	49
4.5 Example Train Model of YOLOv8n	49
4.6 Application of the Model During the Four Time Periods	51
4.7 Designation of Focus 1 and 2 for Analyzing Dairy Cow Behavior During Milking	60
4.8 Analysis of Dairy Cow Behavior During Morning Milking	61

CHAPTER 1

INTRODUCTION

1.1 Background of the Research

Livestock farming is a major global industry, especially for beef and dairy cattle. The practice is widely popular, with many nations promoting it as a key national industry (On-khlai & Nadi, 2022). The global live cattle population was estimated at approximately 1,074.17 million heads in 2024, 1,085.16 million in 2023, and 1,080.24 million in 2022, Pakinamhang and Manoosamrith (2025), Pupphavesa et al. (2025) indicating a continuously increasing as cattle products serve as essential global food sources (both meat and milk). Additionally, cattle manure is utilized for fuel and agricultural fertilizer.

The demand for diverse daily dairy products—including fresh milk, pasteurized milk, condensed milk, powdered milk, yogurt, fermented milk, cheese, butter, ice cream, cream, and byproducts like whey and casein—makes (Department of Livestock Development, 2024) maintaining dairy cow health critical. If a dairy cow becomes ill, develops a fever, and does not receive prompt treatment, its milk production will decrease significantly.

A common disease in tropical zones, particularly in Southeast Asia, is Bovine Tick Fever (also known as “Three-Day Fever” in Thailand). This includes conditions such as Anaplasmosis (Bovine Anaplasmosis), Babesiosis (*Babesia bigemina*, *Babesia bovis*), and diseases associated with *Ixodes Ricinus* (Liang et al., 2024; Arnuphapprasert et al., 2023). Common Clinical Signs Symptoms typically observed in affected cattle include: (1) High fever (2) Anemia (3) Red-colored urine (Hemoglobinuria) (4) Jaundice (Yellowing of the skin/eyes) (5) Listlessness and reduced movement (6) Loss of appetite (Anorexia) (7) Weight loss (8) Abnormal increase in lying time (9) Difficulty rising from the ground (10) Cold ears and a dry nose with minimal mucus (Alvarez et al., 2019; Zapa et al., 2024; The PLOS ONE Staff, 2019; Santos et al., 2023).

Cattle affected with respiratory disease display changes in feeding behavior days before visible clinical symptoms appear, reflecting reduced activity and appetite as the body conserves energy for immune response (Kamel et al., 2024). Similarly, an experimental inflammatory challenge in cows showed sick animals lay down more, ate less, and remained inactive longer, with changes detectable within hours of disease onset (Ledoux et al., 2023). Lung lesions observed pathologically also correlated with disease severity and reduced weight gain (Kamel et al., 2024).

Current Farm Management and Challenges Experienced farmers can often identify high-risk cows. However, in smaller farms (e.g., 40 head), the farm owner must rely on personal observation. Since a single owner or farm hand cannot monitor the entire herd continuously, farm attendants are often hired (Shakeel et al., 2022). However, a significant challenge is the intensive nature of farm work and high staff turnover.

Dairy breeds originating from temperate regions have a higher susceptibility to these diseases. While healthy cows may recover spontaneously, older or weaker cows are prone to severe illness and potentially death without timely intervention.

Because humans cannot remain in the cattle pen constantly, the early onset of illness is often missed. Timely detection is crucial for effective treatment. Observation is currently limited to the two daily milking periods (morning and evening), during which cows are given 2.0–2.5 kg of supplementary concentrate feed.

Severely ill cows must be isolated to prevent injury from aggressive interactions with other cattle. Isolation pens typically have an earthen floor (instead of concrete) to improve traction and minimize slipping. Treatment involves administering an antipyretic/analgesic injection every 4–6 hours, along with saline and 20 ml of calcium. Intensive monitoring by personnel is required three times a day (morning, noon, evening) to check the cow's feed intake and mobility. Recovery is indicated by the cow gradually resuming eating, moving, and standing up.

Proposed Technological Solution Therefore, we propose a disease detection methodology utilizing Image Processing and Deep Learning. This technology can assist in detecting the onset of illness in dairy cows by analyzing movement and feeding patterns (Gao et al., 2023). The system would be capable of analyzing both group behavior (Fuentes et al., 2020; Li et al., 2024) while the herd is in the pen and individual

behavior during the milking process. Currently, there are no established guidelines or systems that specifically employ Image Processing and Deep Learning to address this particular animal health monitoring problem (Li et al., 2024).

1.2 Problem Statement

Although dairy cattle farming is a highly managed industry, the close human monitoring required to detect signs of illness relies heavily on extensive human experience (Fuentes et al., 2020). The current approach necessitates constant on-site observation, which is challenging for small-scale farms that lack the labor capacity to employ 24-hour personnel (Shahab et al., 2024).

Behavioral monitoring to detect sick cows is primarily limited to the two daily milking periods. Outside of these times, human supervision is absent. Furthermore, attaching sensors to cattle to monitor behavior is often impractical as cows typically dislike devices affixed to their bodies (Li, Liu et al., 2024; Wang et al., 2024) and may become stressed by continuous human presence. Such disturbances can negatively impact their growth and milk quality. If illness strikes and becomes contagious, the resulting outbreak can cause severe economic damage to the farm. Normal Dairy Cattle Behavior A healthy dairy cow exhibits specific activity patterns: Total Activity: 878.4 – 1196.64 minutes/day Rumination (Chewing Cud): 360 – 488 minutes/day Standing Time: 586 – 773.28 minutes/day Drinking Time: 24.48 – 43.20 minutes/day (Antanaitis et al., 2024; Marzano et al., 2024; Raniolo et al., 2024; Antanaitis et al., 2025). Normal Body Temperature: 36.1°C–38.3°C (Alvarez et al., 2019; Zapa et al., 2024).

1.2.1 Economic Impacts

1.2.1.1 Production Losses: Reduced body weight and decreased milk yield.

1.2.1.2 Loss of Livestock and Revenue: Animal mortality leading to financial losses.

1.2.1.3 Regional Economic Strain: Significant adverse effects in regions where livestock farming is a major industry.

1.2.1.4 High Costs: Increased expenses for treatment and disease control.

1.2.2 Control and Prevention Challenges

1.2.2.1 Production Losses: (Duplicated from above, confirming key negative outcome) Reduced body weight and decreased milk yield.

1.2.2.2 Farm Contagion: A high prevalence of ticks within the farm environment facilitates the rapid spread of infection.

1.2.2.3 Expertise Dependency: Relying on highly skilled and experienced personnel for the timely observation and identification of sick cattle.

1.2.3 Animal Health Impacts

1.2.3.1 Mortality Risk: Severe infection can lead to animal death.

1.2.3.2 Complications: Decreased immune response and disease-related complications.

Overall, cattle illness poses a multifaceted challenge with significant economic consequences, detrimental effects on animal health, and inherent difficulties in disease control. These challenges underscore the urgent need for a systematic approach to prevention and treatment. Currently, observing cow behavior with the naked eye is difficult and requires a large number of personnel. If abnormal symptoms are detected too late, what kind of damage or losses could result?

1.3 Research Objectives

1.3.1 Developing a deep learning and image processing system for analyzing herd-level dairy cow behavior, namely eating, walking, lying, standing, and drinking.

1.3.2 Developing a deep learning and image processing system for analyzing individual dairy cow behavior, namely eating and standing, during the milking process.

1.3.3 Determining statistical values of cow behavior, both on the farm and during milking.

1.3.4 Comparing the performance of various deep learning algorithms.

1.4 Scope of the Project

1.4.1 Deep learning is applied to perform object detection on dairy cow behavior within the farm, with behaviors classified into five classes: eating, walking, lying, standing, and drinking. Data were recorded over a 24-hour period under four lighting conditions highlight, normal light, low light, and nighttime and statistical values for each behavior were determined at the herd level, using a group of 16 cows observed over 15 days under the four lighting conditions.

1.4.2 Deep learning is applied to perform object detection on dairy cow behavior during the milking process, focusing on two classes eating and standing to determine statistical values from a total of 44 milking.

1.4.3 Object detection is performed on a frame-by-frame basis, with detections counted and subsequently converted into time duration in minutes.

1.4.4 Datasets were collected by recording video using a 360 Smart Camera Little at a local farm in Thung Satok Subdistrict, San Pa Tong District, Chiang Mai 50120, Thailand, over a continuous 24-hour period across 16 days. One day of recording was used to construct the training dataset, with frames sampled at a rate of one every 100 frames, while the remaining 15 days were used to determine statistical values.

1.4.5 The predictive results of this research serve solely as preliminary alert information in cases where dairy cows exhibit behavior that deviates from their normal patterns. They do not indicate whether a cow is sick or healthy, as the dataset used in this study does not include any cows with diagnosed illness.

1.4.6 The research was conducted from August 2025 to May 2026.

1.5 Expected Benefits

1.5.1 Improved Farm Management and Animal Welfare Provides precise statistical data on cattle behavior, allowing farmers to efficiently monitor animal health and improve overall farm management.

1.5.2 Data Utilization for Anomaly Alerts Provides behavioral data that can be utilized to alert farm owners of statistical abnormalities, applicable to both the herd and individual cows during milking.

1.5.3 Foundation for Smart Agriculture Identifies the most efficient algorithm balancing speed and accuracy, serving as a valuable guideline to develop practical Smart Agriculture systems.

1.6 Project Location and Continuation

The project will be conducted at local farm Thung Satok Subdistrict, San Pa Tong District, Chiang Mai 50120, Thailand and the School of Applied Digital Technology, Mae Fah Luang University, Based on the background and significance of the problem identified, the project team will now proceed to study the relevant theories and research on Image Processing and Deep Learning Approaches for Herd-Level and Individual Behavior Monitoring of Dairy Cows during Milking, as detailed in the following chapter.



CHAPTER 2

LITERATURE REVIEW

This chapter presents the theories and related research. The researcher has collected relevant concepts and theories to apply in the study as part of the conceptual framework and to support the content under investigation. The concepts and theories that have been gathered are as follows

2.1 Livestock Industry

The livestock industry today plays a significant role in global food consumption, including poultry, swine, dairy cattle (Pupphavesa et al., 2025), and beef cattle (Department of Livestock Development, 2024). These animals are used for both fresh meat and processed food products. The food system focuses heavily on industrial-scale production of meat and dairy products (On-khlai & Nadi, 2022).

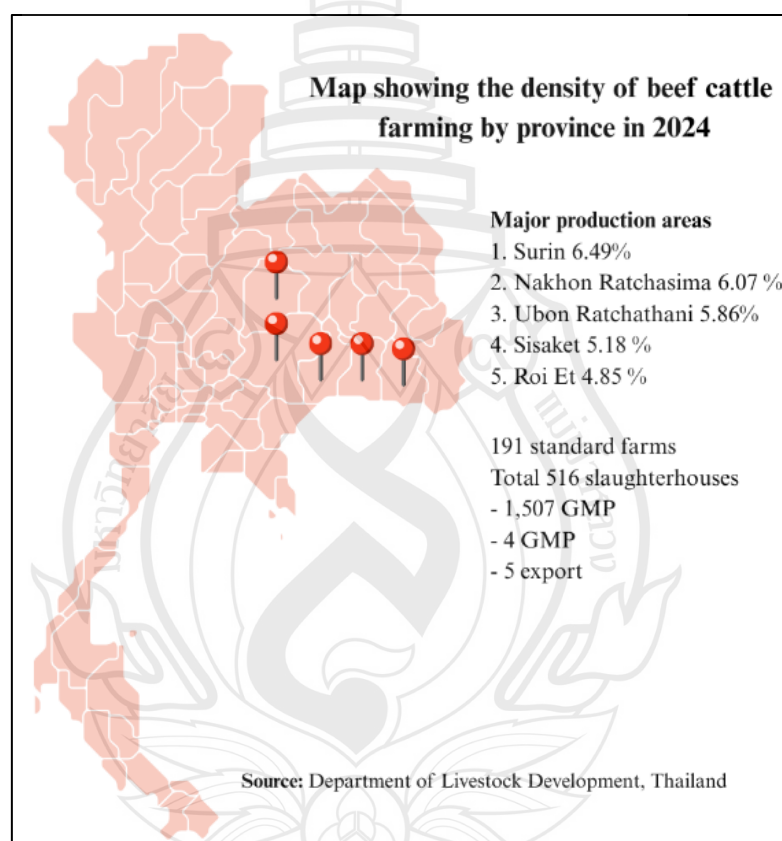
2.1.1 Beef Cattle Production Industry

In 2024, the number of beef cattle reached 14.04 million, an increase of 8.27% compared to the previous year. During 2023, Thailand conducted negotiations to open export markets for beef cattle to several foreign countries. It is expected that by 2025, production will expand further to meet the growing demand from both domestic and international markets.

As of July 2024, there were 121,000 beef cattle, producing approximately 20,225 tons of beef, with an average price of 76.69 THB per kilogram. From January 2024 to July 2025, the export of live beef cattle increased to 69,416 heads, with major destinations being Malaysia (35.92%), Vietnam (31.83%), Laos (31.69%), and others (0.56%) (Department of Livestock Development, 2024) as shown in Table 2.1.

Table 2.1 Global Beef Production and Trade, 2023–2024

	2566	2567	% +/-
1. Beef Cattle Inventory (million heads)	289.237	288.692	-0.19
2. Beef Production (thousand tons)	59,973	60,748	1.29
3. Domestic Consumption (thousand tons)	58,209	58,768	0.96
4. Export Volume (thousand tons)	12,183	12,932	6.15
5. Import Volume (thousand tons)	10,349	10,399	0.48

**Figure 2.1** Density Map of Beef Cattle Farming by Province in 2024

2.1.2 Dairy Cattle Production Industry

In 2024, the estimated raw milk production is approximately 1,079,000 tons, representing a 5.17% increase from 2023. In July, the raw milk output was recorded at 2,727 tons per day, showing a notable increase. The farm-gate price for raw milk in August 2024 averaged 21.06 THB per kilogram. From January to July, the total import

volume of dairy products was 182,956.95 tons. According to the Global Dairy Trade report for August, the average global price for skimmed milk powder was USD 2,588 per ton, and for whole milk powder, it was USD 3,371 per ton.

Note: Dairy product exports consisted of cheese (37%), skimmed milk powder (28%), whole milk powder (23%), and butter (12%) (Department of Livestock Development, 2024) as shown in Table 2.2.

Table 2.2 Global Dairy and Dairy Product Production and Trade, 2023–2024

	2566	2567	% +/-
1. Number of Dairy Cows (million)	141.338	141.425	0.06
2. Milk Production (thousand tons)	550,997	552,023	0.19
3. Domestic Consumption (thousand tons)	194,411	195,822	0.73
4. Exported Dairy Products (thousand tons)	8,323	8,451	1.54
5. Imported Dairy Products (thousand tons)	5,308	5,212	-1.81

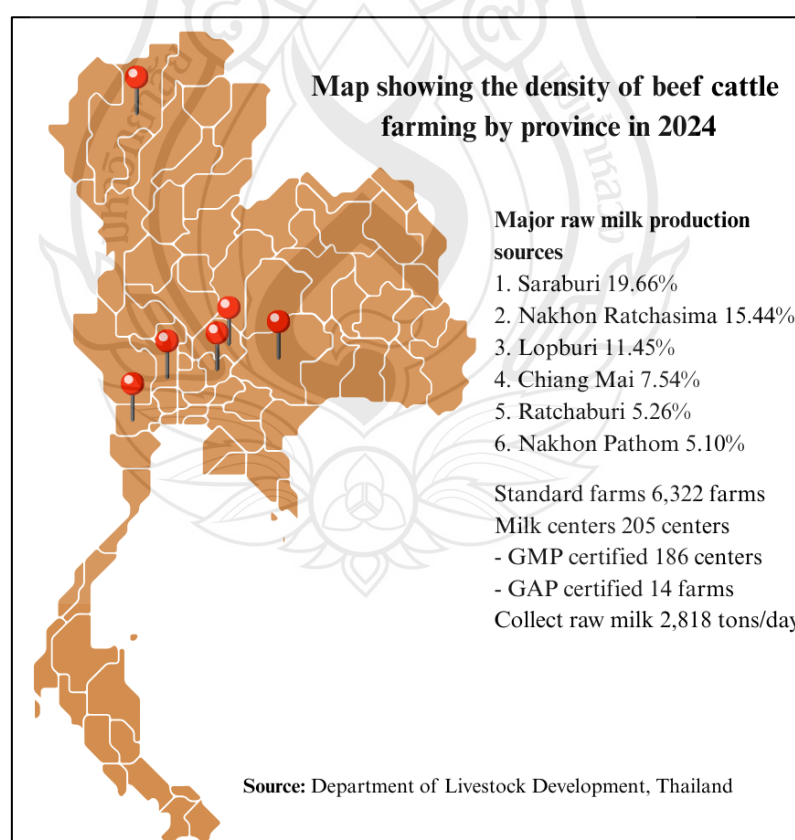


Figure 2.2 Density Map of Dairy Cattle by Province in 2024

2.2 Anaplasmosis

Anaplasmosis, also known as stiff leg fever or three-day sickness, has a significant economic and health impact on livestock (Liang et al., 2024). Production losses include cattle mortality, weight loss, or reduced milk yield (Arnuphapprasert et al., 2023), along with increased costs for treatment and disease control. In some cases, the pathogen exhibits drug resistance, and in severe cases, animals may die rapidly. However, early detection and treatment can prevent the spread of the disease to beef or dairy cattle within the farm (Zapa et al., 2024).

Beef and dairy cattle, especially those from cold climate breeds, are more susceptible to this disease. If farmers can utilize technology for early detection (Li, Liu et al., 2024; Wang et al., 2024), the symptoms of anaplasmosis or three-day sickness can often resolve on their own in healthy animals. However, if the affected cattle are already weak, the disease may be fatal. Feeder cattle, which represent a high investment, can experience symptoms such as (1) High fever (2) Anemia (3) Red-colored urine (Hemoglobinuria) (4) Jaundice (Yellowing of the skin/eyes) (5) Listlessness and reduced movement (6) Loss of appetite (Anorexia) (7) Weight loss (8) Abnormal increase in lying time (9) Difficulty rising from the ground (10) Cold ears and a dry nose with minimal mucus (Alvarez et al., 2019; Zapa et al., 2024; The PLOS ONE Staff, 2019; Santos et al., 2023).

This disease typically occurs in tropical or subtropical regions (Arnuphapprasert et al., 2023) and poses a threat to the livestock industry involving beef cattle, dairy cattle, and buffaloes. The problem is widespread globally, particularly in South America, Africa, and Asia. Infection is caused by parasites transmitted by ticks such as *Babesia bovis*, *B. bigemina*, and *B. divergens*. Symptoms include (1) Severe anemia (2) Jaundice from the destruction of red blood cells (3) High fever up to 41°C (Shahab et al., 2024), (4) Fatigue, which may lead to death in severe cases (5) Weakness, lethargy, and immobility (6) Anorexia

In some cases, death (Liang et al., 2024) may occur. However, the disease is treatable if proper and timely medication is administered.

2.3 Sickness Behavior as an Early Diagnostic Indicator

Cattle affected with respiratory disease display changes in feeding behavior up to four days before visible clinical symptoms appear, with this “sickness behavior” reflecting reduced activity, lower appetite, and decreased drinking or feeding rates as the body conserves energy for an effective immune response (Kamel et al., 2024). Similarly, an experimental systemic inflammatory challenge in cows demonstrated that sick animals became reluctant to move, lay down more frequently, showed reduced feed intake, and spent more time without activity, with these changes detectable as early as 1–2 hours after the onset of inflammation and lasting up to 24 hours (Ledoux et al., 2023). Pathologically, affected animals also displayed lung consolidation and other lesions correlating with disease severity and reduced average daily gain (Kamel et al., 2024).

2.4 Feeding Behavior and Physical Movement of Cattle

Monitoring the health of beef and dairy cattle is essential for ensuring optimal growth and productivity. For beef cattle, good health promotes weight gain, resulting in greater meat yield and improved flavor. For dairy cattle, good health leads to higher milk production and reduces milk loss. Health assessments in cattle include monitoring feeding behavior, which reflects the animal’s overall health condition. Common behavioral indicators include withdrawal from the herd, irregular or abnormal gait, and inconsistent physical movement. In healthy cattle, heart rates range between 55–80 beats per minute. Physical activity is typically reduced in unhealthy cattle.

Body movement activity is lower than that of healthy cattle. Cows in estrus exhibit a 24% reduction in rumination compared to normal cows. Sick cows may show a reduction in rumination behavior or even complete cessation (Li et al., 2019), and their body temperature may exceed 40°C (Shahab et al., 2024). Under normal conditions, healthy cows ruminate for an average of 488 minutes per day (Raniolo et al., 2024). In addition, healthy cows typically walk 2.2–2.5 km per day, with a maximum distance of up to 4 km per day (Neave et al., 2021). These observations indicate that feeding-related behaviors are

critical indicators for identifying whether a cow is in an unhealthy condition (Cho et al., 2024; Fogsgaard et al., 2025).

2.5 Object Detection for Frame-based Image Analysis

Over the past 30 years, facial recognition has garnered significant attention due to its convenience and wide range of applications in image analysis and object pattern recognition (Shakeel et al., 2022). Two key reasons for this trend are the diverse commercial and legal requirements across different countries and the widespread availability of related technologies such as smartphones, digital cameras, and GPUs for processing.

Despite significant advancements in facial recognition systems using machine learning (Li et al., 2024), their effectiveness remains challenged by real-world conditions such as poor lighting, varied facial poses and expressions, partial occlusion, disguises, intentional gesture distortions, and foreign objects in images.

Recently, machine learning has achieved substantial success in facial recognition, identification, and verification. A major challenge in face detection remains achieving high accuracy across varying facial scales. Deep learning techniques such as Region-based Convolutional Neural Networks (RCNN) have been applied for recognition tasks, alongside traditional algorithms like AdaBoost and deep pyramid deformable models (DPM). Other machine learning-based methods, including SPP-net, Fast-RCNN, and R-FCNN, have further improved both detection speed and accuracy over time. As a result, object detection techniques such as YOLO (You Only Look Once) have been adapted for tasks such as disease prediction, specifically (Shakeel et al., 2022).

Application of YOLO for Symptoms of illness Prediction and Behavioral Analysis. Therefore, the YOLO model was adapted and implemented for Symptoms of illness prediction by training an Object Detection model focusing on two primary stages. The model utilizes the x_center , y_center , width, and height (Li, Lin et al., 2024; Wang et al., 2024) parameters to accurately localize and identify specific behaviors, such as eating, rumination, standing still while eating, and lying. The analysis of these behaviors (Li et al., 2024) is used to predict the overall health status of the herd based on average behavioral

metrics. Furthermore, the trained model is deployed for individual cow detection during the milking process. During milking, farm owners or attendants typically provide the cows with a high-protein feed mixture. If a cow exhibits low feed intake or remains motionless and lethargic (Lomb, 2019) for an extended period, it indicates a high probability of illness. The cow's physical movement is analyzed using the developed model with a carefully selected threshold applied to quantify the movement count. This automated movement count as shown in Figure 2.3.

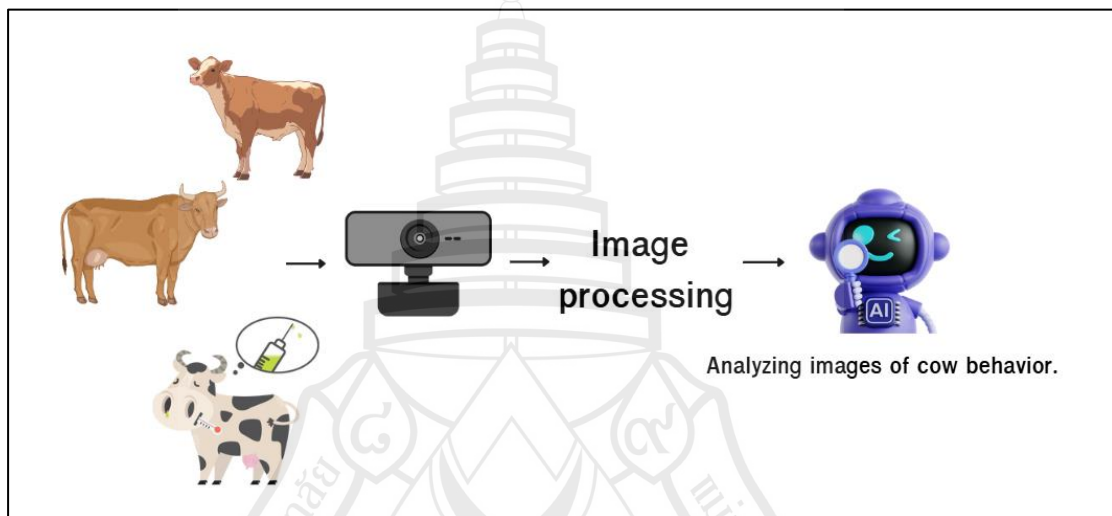


Figure 2.3 Image Analysis of Feeding and Physical Movement Behavior

2.5.1 YOLO

Ultralytics YOLO is an implementation that utilizes Convolutional Neural Networks (CNNs) in Deep Learning. Deep Learning, a subset of Machine Learning, uses large-scale Neural Networks to learn from data and is suitable for complex tasks such as image classification, speech recognition, and language translation. CNNs are commonly used in Computer Vision tasks such as image classification and object detection (Wang et al., 2024).

YOLO possesses versatile capabilities for real-time detection tasks, including detection, instance segmentation, pose/keypoints estimation, oriented detection, and classification. It offers various model sizes: n, s, m, l, and x, each differing in metrics such as mAPval50-95, CPU ONNX speed, T4 TensorRT10 speed, parameters, and FLOPs.

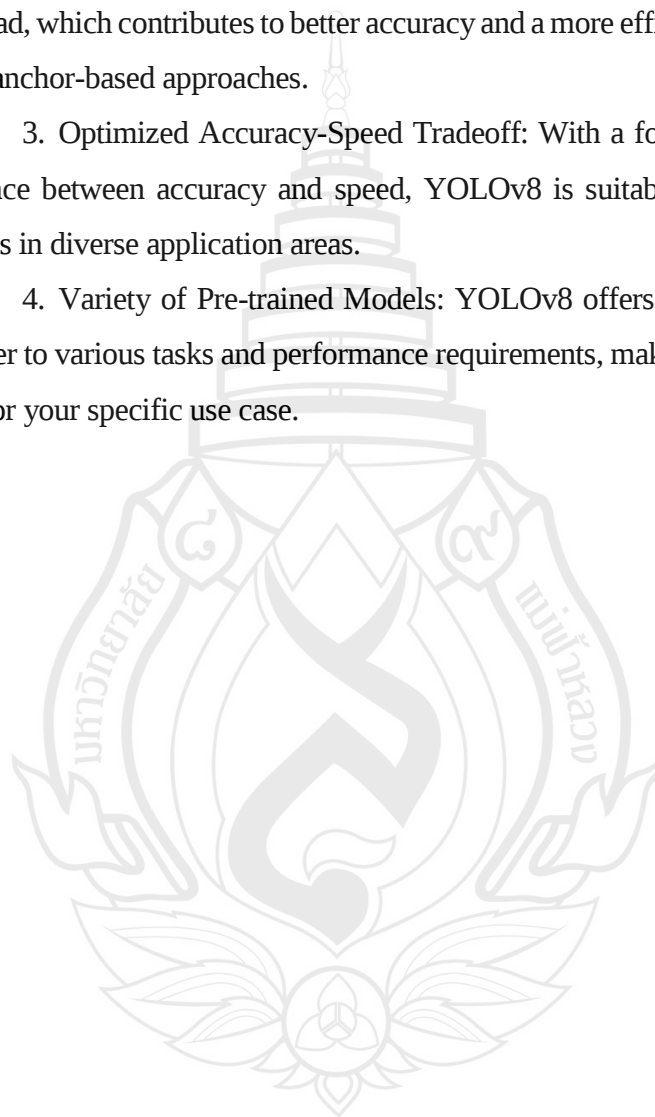
2.5.1.1 Key Features YOLOv8

1. Advanced Backbone and Neck Architectures: YOLOv8 employs state-of-the-art backbone and neck architectures, resulting in improved feature extraction and object detection performance.

2. Anchor-free Split Ultralytics Head: YOLOv8 adopts an anchor-free split Ultralytics head, which contributes to better accuracy and a more efficient detection process compared to anchor-based approaches.

3. Optimized Accuracy-Speed Tradeoff: With a focus on maintaining an optimal balance between accuracy and speed, YOLOv8 is suitable for real-time object detection tasks in diverse application areas.

4. Variety of Pre-trained Models: YOLOv8 offers a range of pre-trained models to cater to various tasks and performance requirements, making it easier to find the right model for your specific use case.



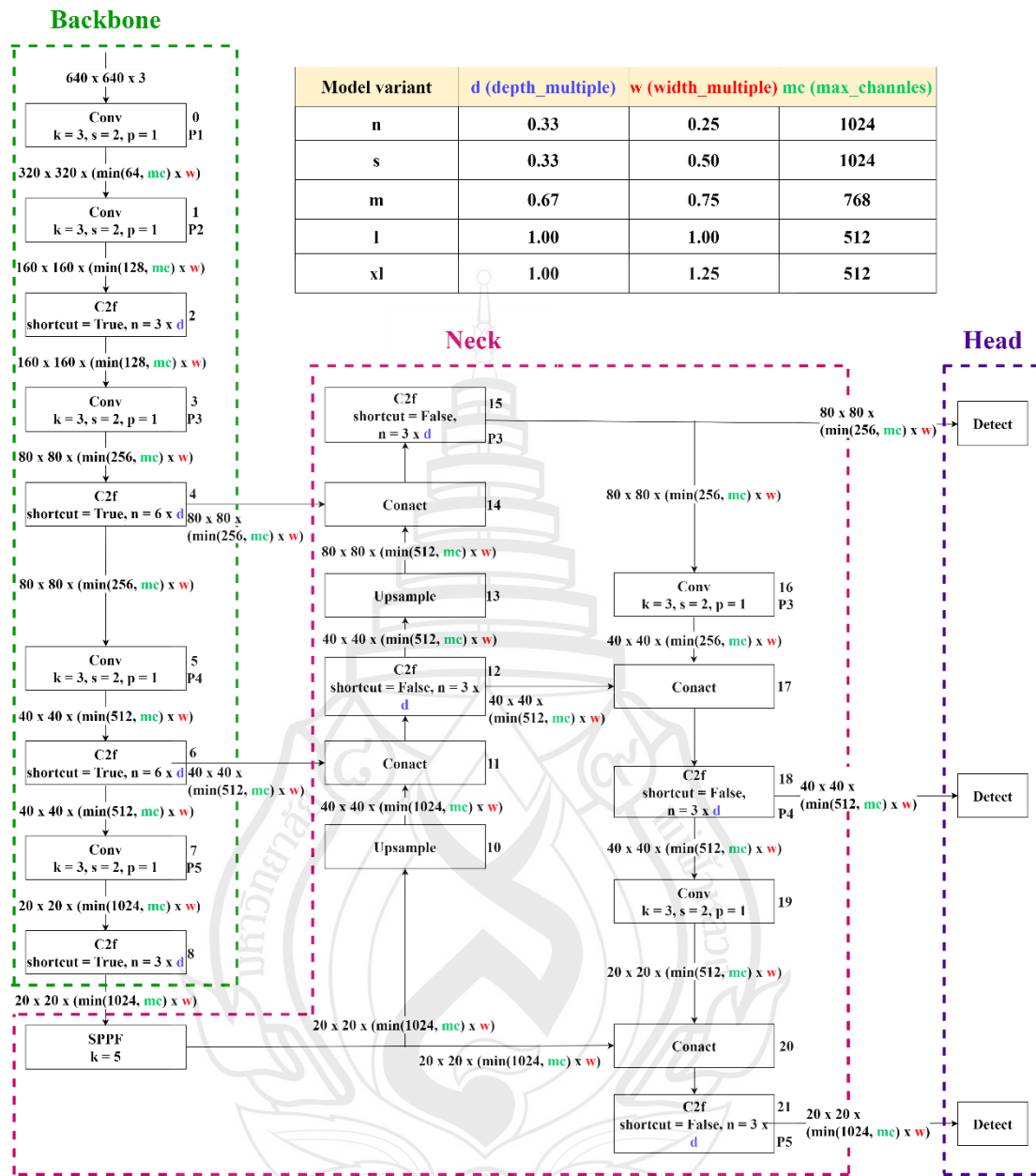


Figure 2.4 YOLOv8 Architecture

2.5.1.2 Supported Tasks and Models

1. The YOLOv8 series offers a diverse range of models, each specialized for specific tasks in computer vision. These models are designed to cater to various requirements, from object detection to more complex tasks like instance segmentation, pose/keypoints detection, oriented object detection, and classification.

2. Each variant of the YOLOv8 series is optimized for its respective task, ensuring high performance and accuracy. Additionally, these models are compatible with

various operational modes including Inference, Validation, Training, and Export, facilitating their use in different stages of deployment and development.

3. This table provides an overview of the YOLOv8 model variants, highlighting their applicability in specific tasks and their compatibility with various operational modes such as Inference, Validation, Training, and Export. It showcases the versatility and robustness of the YOLOv8 series, making them suitable for a variety of applications in computer vision (Li, Liu et al., 2024; Wang et al., 2024; Hidayatullah et al., 2025).

Model	Filenames	Task	Inference	Validation	Training	Export
YOLOv8	yolo8n.pt yolo8s.pt yolo8m.pt yolo8l.pt yolo8x.pt	Detection	✓	✓	✓	✓
YOLOv8-seg	yolo8n-seg.pt yolo8s-seg.pt yolo8m-seg.pt yolo8l-seg.pt yolo8x-seg.pt	Instance Segmentation	✓	✓	✓	✓
YOLOv8-pose	yolo8n-pose.pt yolo8s-pose.pt yolo8m-pose.pt yolo8l-pose.pt yolo8x-pose.pt yolo8x-pose-p6.pt	Pose/Keypoints	✓	✓	✓	✓
YOLOv8-obb	yolo8n-obb.pt yolo8s-obb.pt yolo8m-obb.pt yolo8l-obb.pt yolo8x-obb.pt	Oriented Detection	✓	✓	✓	✓
YOLOv8-cls	yolo8n-cls.pt yolo8s-cls.pt yolo8m-cls.pt yolo8l-cls.pt yolo8x-cls.pt	Classification	✓	✓	✓	✓

Source Jocher et al. (2023)

Figure 2.5 Provides an Overview of the YOLOv8 Model Variants

2.5.1.3 Key Features YOLOv11

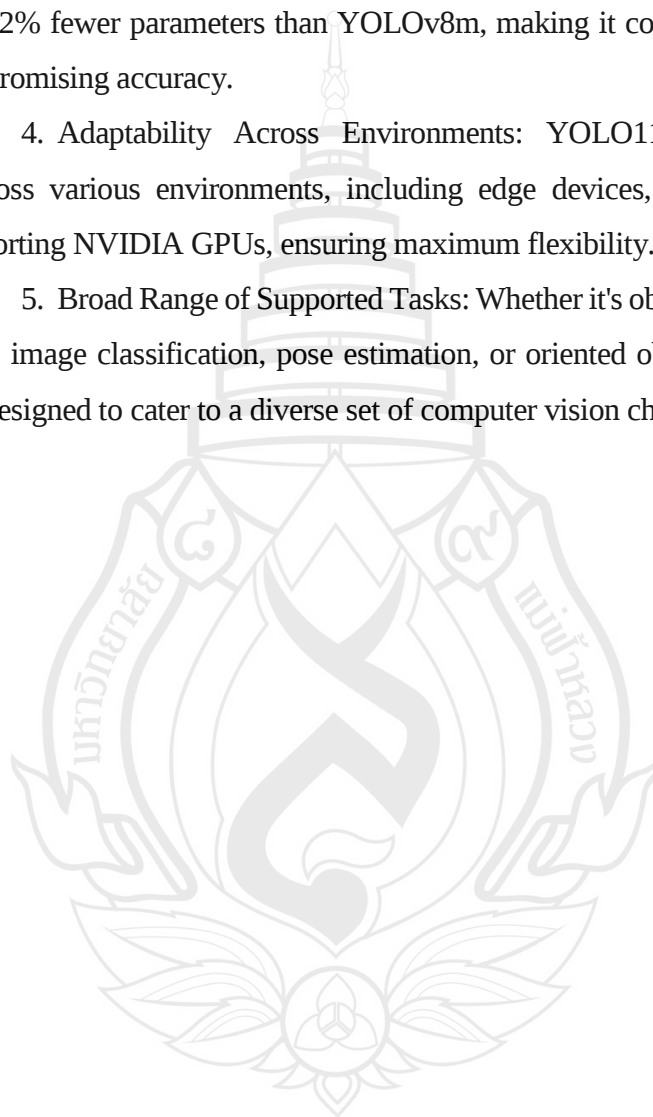
1. Enhanced Feature Extraction: YOLO11 employs an improved backbone and neck architecture, which enhances feature extraction capabilities for more precise object detection and complex task performance.

2. Optimized for Efficiency and Speed: YOLO11 introduces refined architectural designs and optimized training pipelines, delivering faster processing speeds and maintaining an optimal balance between accuracy and performance.

3. Greater Accuracy with Fewer Parameters: With advancements in model design, YOLO11m achieves a higher mean Average Precision (mAP) on the COCO dataset while using 22% fewer parameters than YOLOv8m, making it computationally efficient without compromising accuracy.

4. Adaptability Across Environments: YOLO11 can be seamlessly deployed across various environments, including edge devices, cloud platforms, and systems supporting NVIDIA GPUs, ensuring maximum flexibility.

5. Broad Range of Supported Tasks: Whether it's object detection, instance segmentation, image classification, pose estimation, or oriented object detection (OBB), YOLO11 is designed to cater to a diverse set of computer vision challenges.



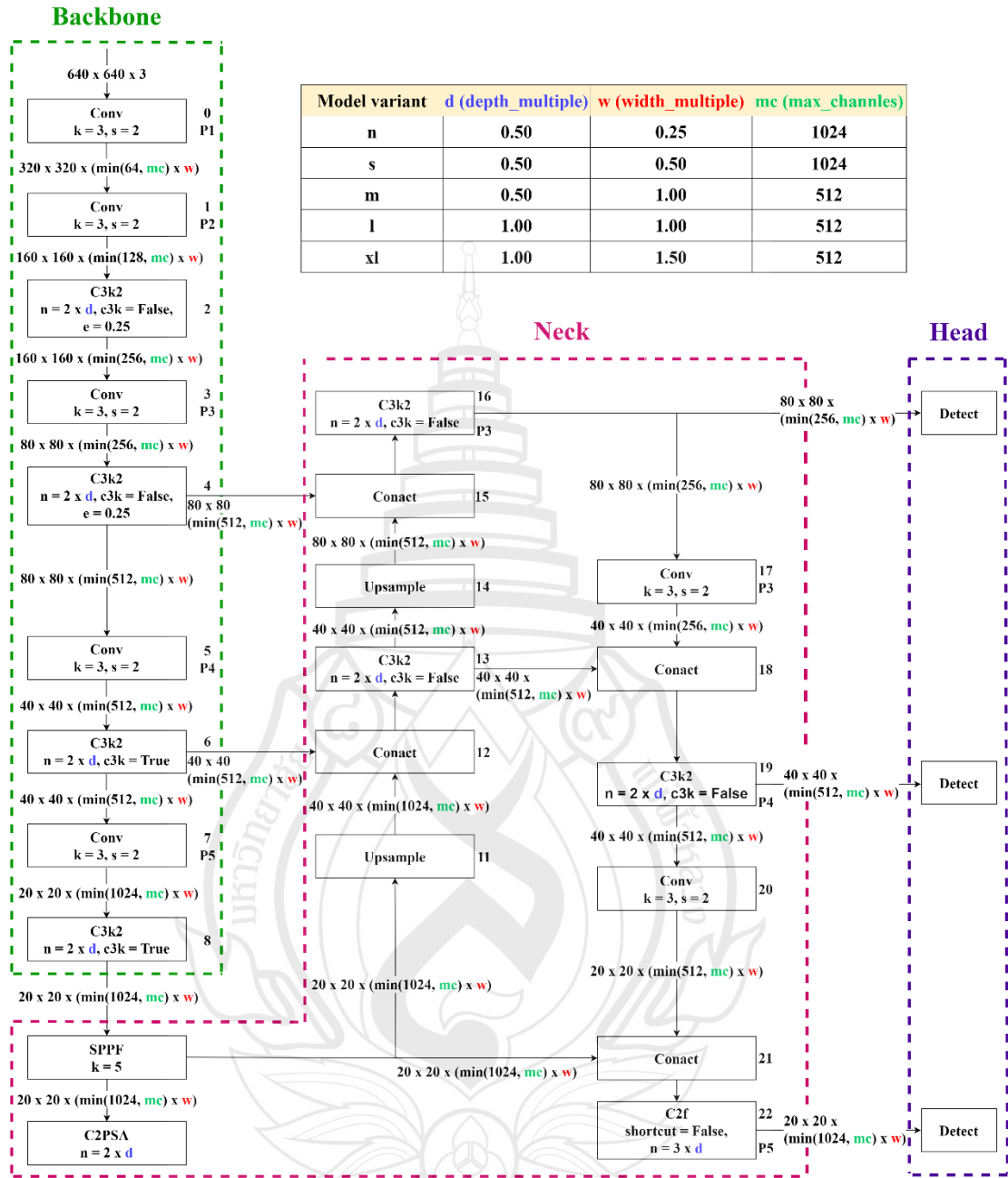


Figure 2.6 YOLO11 Architecture

2.5.1.4 Supported Tasks and Modes

1. YOLO11 builds upon the versatile model range introduced in YOLOv8, offering enhanced support across various computer vision tasks:

2. This table provides an overview of the YOLO11 model variants, showcasing their applicability in specific tasks and compatibility with operational

modes such as Inference, Validation, Training, and Export. This flexibility makes YOLO11 suitable for a wide range of applications in computer vision, from real-time detection to complex segmentation tasks (Hidayatullah et al., 2025) as show in Table 2.2

Model	Filenames	Task	Inference	Validation	Training	Export
YOLO11	yolo11n.pt yolo11s.pt yolo11m.pt yolo11l.pt yolo11x.pt	Detection	✓	✓	✓	✓
YOLO11-seg	yolo11n-seg.pt yolo11s-seg.pt yolo11m-seg.pt yolo11l-seg.pt yolo11x-seg.pt	Instance Segmentation	✓	✓	✓	✓
YOLO11-pose	yolo11n-pose.pt yolo11s-pose.pt yolo11m-pose.pt yolo11l-pose.pt yolo11x-pose.pt	Pose/Keypoints	✓	✓	✓	✓
YOLO11-obb	yolo11n-obb.pt yolo11s-obb.pt yolo11m-obb.pt yolo11l-obb.pt yolo11x-obb.pt	Oriented Detection	✓	✓	✓	✓
YOLO11-cls	yolo11n-cls.pt yolo11s-cls.pt yolo11m-cls.pt yolo11l-cls.pt yolo11x-cls.pt	Classification	✓	✓	✓	✓

Source Jocher and Qiu (2024)

Figure 2.7 Provides an Overview of the YOLOv11 Model Variants

2.5.1.5 Compare size model YOLO

1. mAP50-95 (Accuracy): Higher values indicate more accurate and detailed object detection.
2. Params (Size): Lower values result in lighter models, consuming less RAM or VRAM.
3. FLOPs (Speed): Lower values indicate faster processing (higher FPS), which is suitable for processors with non-low resources.
4. The application of each version varies accordingly. YOLOv8n is characterized by being the fastest and smallest version, making it suitable for portable devices and microcontrollers that prioritize real-time performance. Conversely, larger

models such as YOLOv8x focus on tasks that do not require knowledge but primarily demand accuracy, as shown in Table 2.3.

Table 2.3 Performance Comparison of YOLOv8 Model Variants

Model Variant	mAP50-95	Params(M)	FLOPs(B)
YOLOv8n	37.3	3.2	8.7
YOLOv8s	44.9	11.2	28.6
YOLOv8m	50.2	25.9	78.9
YOLOv8l	52.9	43.7	165.2
YOLOv8x	53.9	68.2	257.8

In the development of each YOLO version, improvements are made regarding accuracy, parameters (Params), and speed, with each version designed to have more distinct strengths. Choosing a model requires considering not only accuracy but also speed, as well as the nature of the application. Selecting an inappropriate model may prevent the application from achieving the maximum efficiency of that specific model. The model with the most Params is YOLOv8n, while the model with the [highest] mAP50-95 and FLOPs(B) values is YOLO26n, as shown in Table 2.4.

Table 2.4 Data Comparison of Various Yolo Versions for the Nano (N) Model Variant

Model	mAP50-95	Params(M)	FLOPs(B)
YOLOv8n	37.3	3.2	8.7
YOLO11n	39.5	2.6	6.5
YOLO12n	40.6	2.6	6.5
YOLO26n	40.9	2.4	5.4

2.6 Herd-level Cow Behavior Measurement

2.6.1 The Mean is the calculated central value (average) of a complete dataset. It is derived by summing all data points and dividing by the total number of data points, representing the overall tendency of the data set (Antanaitis et al., 2025; Antanaitis, Džermeikaitė et al., 2024).

Formula

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.1)$$

$\bar{X}$ = The Mean (Average) of the dataset.

X_i = The value of the i^{th} data point.

n = The total number of data points.

2.6.2 Standard Deviation (SD) is a measure that quantifies the amount of variation or dispersion of a set of data values. It indicates “how spread out the data is from the mean.” A low SD suggests that the data points tend to be close to the mean, while a high SD indicates that the data points are spread out over a wider range (showing significant differences). The SD is used to measure the variability of the data (Antanaitis et al., 2025; Antanaitis, Džermeikaitė et al., 2024).

Formula

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2.2)$$

X_i = The value of each individual data point.

$\bar{X}$ = The Mean (Average) of the dataset.

n = The total number of data points.

2.6.3 The Minimum (Min) value is the smallest value in the data set. It is used to define the lower boundary of the observed values in the sample. It indicates the lowest value found in the data set and serves as a reference point for determining an abnormally low range of behavior (Antanaitis et al., 2025; Antanaitis, Džermeikaitė et al., 2024).

Formula (Logical)

$$Min(X) = \min(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (2.3)$$

2.6.4 The Maximum (Max) value is the largest value in the data set. It is used to define the upper boundary of the observed values. It identifies the highest level of detected behavior and is essential for outlier detection (Antanaitis et al., 2025; Antanaitis, Džermeikaitė et al., 2024).

Formula (Logical)

$$Max(X) = \max(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (2.4)$$

2.6.5 The Median is the middle value of the data when all data points are arranged in ascending order. Half of the data points will have a value less than the median, and the other half will have a value greater than it. It is particularly suitable for data sets containing outliers and represents the true central tendency of the group (Antanaitis et al., 2025; Antanaitis, Džermeikaitė et al., 2024).

Formula for Odd n

$$Median(X) = x_{(\frac{n+1}{2})} \quad (2.5)$$

Formula for Even n

$$Median(X) = \left(\frac{x_{(\frac{n}{2})} + x_{(\frac{n}{2}+1)}}{2} \right) \quad (2.6)$$

2.6.6 F-statistic (One-way ANOVA) is a test statistic used in Analysis of Variance (ANOVA) to assess whether the variance between groups is more significant than the variance within groups, in the context of research (Antanaitis et al., 2025; Antanaitis, Džermeikaitė et al., 2024).

Formula

$$F = \frac{SS_B / (k - 1)}{SS_W / (N - k)} \quad (2.7)$$

SS_B = Sum of Squares Between Groups

SS_W = Sum of Squares Within Groups

k = Number of sample groups

N = Total number of samples

2.6.7 F-statistic (One-way ANOVA) is an index that measures the probability that an experimental outcome is due to chance. A P-value < 0.05 is considered statistically significant and is used as a criterion to reject the null hypothesis (H_0), confirming that the observed behavioral differences are indeed caused by the studied factors (Antanaitis et al., 2025; Antanaitis, Džermeikaitė et al., 2024).

Formula

$$P - value = P(F \geq F_{observed} | H_0) \quad (2.8)$$

$F_{observed}$ = The F-statistic calculated from the actual data.

H_0 = The null hypothesis assumes that all groups are indistinguishable.

2.6.8 Frame-to-Time Conversion is since object detection models such as YOLO process video data on a frame-by-frame basis, the number of frames in which a target behavior is detected must be converted into a time duration to allow meaningful comparison with real-world, human-observed measurements. This conversion is based on the frame rate (FPS) of the recording device, which defines how many frames correspond to one second of video. The resulting duration in seconds is further divided by 60 to express the value in minutes, rounded to three decimal places for precision.

Formula

$$T_{min} = \frac{N_{frame}}{FPS \times 60} \quad (2.9)$$

T_{min} = the converted duration, in minutes

N_{frame} = the number of frames in which the target behavior was detected

FPS = the frame rate of the recording device, in frames per second

Table 2.5 Definition of Statistical and System Performance Metrics

Statistic	Definition
Mean	The calculated arithmetic average of the entire dataset. It is obtained by summing all data values and dividing by the total number of data points. It is used to represent the overall central tendency of the dataset.
SD	A value that indicates the degree of dispersion or variability of the data from the mean. A higher SD signifies greater data spread (high dissimilarity), while a lower SD indicates that the data points are closely clustered around the mean.
Min	The smallest value in the dataset. It is used to define the lower boundary of the values observed within the sample.
Max	The largest value in the dataset. It is used to define the upper boundary of the values observed within the sample.
Median	The middle value of the data when arranged in ascending order. Half of the data values are less than the median, and the other half are greater.
F-statistic	The test statistics used in analysis of variance (ANOVA).
P-value	The index measures the probability that an experimental result will occur by chance. If the value of $P < 0.05$, it is considered statistically significant.
System Accuracy* (%)	The measurement of the system's accuracy in time measurement, specifically the Correlation between the system's measured time and the actual (ground truth) time. It is the correlation coefficient between the system's measurement results and those observed by a human.
Frame-to-Time Conversion	Since object detection models such as YOLO process video on a frame-by-frame basis, the number of frames in which a behavior is detected must be converted into a time duration for comparison with human-observed measurements. This conversion uses the frame rate (FPS) of the recording device, with the resulting seconds further divided by 60 to express the value in minutes, rounded to three decimal places.

2.7 Dataset Collection and Management

The most crucial component in developing any prediction system is the dataset, which must be appropriately collected and selected to enhance the performance of the model. Data acquisition is essential for building an effective model. The dataset split is defined as 70:15:15 for the training, validation, and testing sets (train:valid:test), respectively. This research employs an offline data collection approach (Li et al., 2024; Li, Liu et al., 2024; Wang et al., 2024).

Offline Dataset

(1) Frame Rate: Set at 20 Frames Per Second (FPS). (2) Camera Angle: Set to a high-angle view to capture the cow's behavior as comprehensively as possible. (3) Camera Placement: Positioned at a height of 3 meters from the ground and at a horizontal distance of 4 meters from the dairy cows (Li et al., 2024).

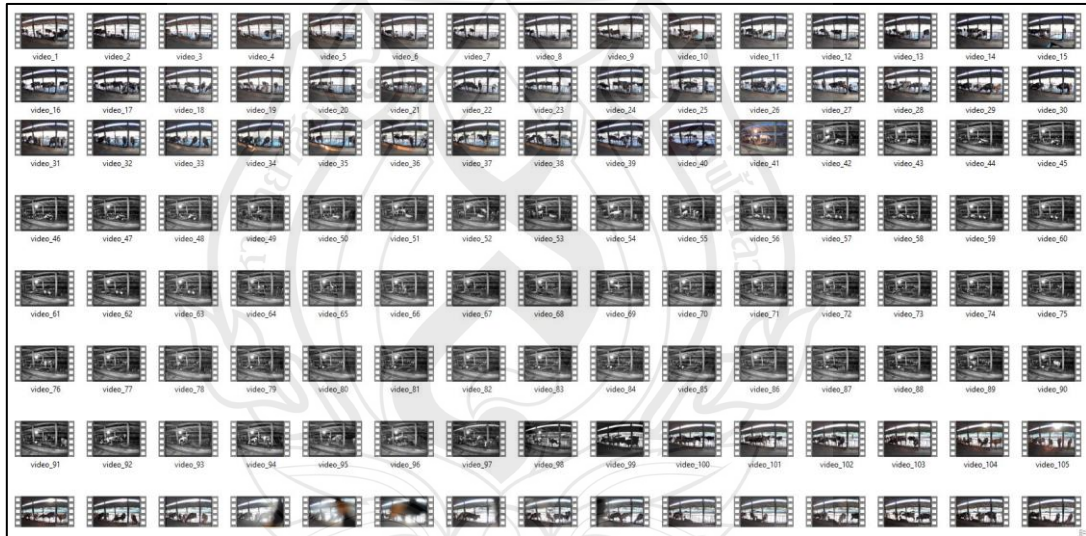


Figure 2.8 Example of the Offline Dataset

2.8 GitHub

Nowadays, project development has become increasingly complex, requiring collaboration among multiple developers. One major issue in teamwork is the inability to track individual progress or whether file changes might overwrite others' work. Git is therefore utilized to solve this problem by tracking file changes in a project.

Regardless of who modifies, adds, or deletes files, those changes are visible to the entire team.

GitHub is an internet-based Git (version control repository) platform. It functions similarly to Git but allows users to manage and access repositories via a web interface without the need to install a server or pay for hosting. All project code can be publicly accessed, though GitHub also offers private plans for users who want to keep their code confidential.

2.9 Stack Overflow

Programming languages are continually evolving, and new languages are regularly introduced. This can make it difficult for beginner programmers to understand or apply certain code snippets, especially since textbooks are often slow to adapt to modern developments. As a result, many newcomers turn to experienced developers for help. However, finding nearby experts can be difficult, which has led to the emergence of public online platforms like “Stack Overflow.”

Stack Overflow is well-known among professional programmers as the world’s largest Q&A forum for coding-related topics. It functions similarly to forums like Pantip.com but focuses exclusively on programming. Questions and answers are generally written in English, and since most programming issues are not unique, solutions are often already available, making it easier and faster to find answers—except in cases involving highly specialized code.

2.10 Visual Studio Code

In the contemporary era of rapid technological advancement and continuous evolution, programming paradigms have diversified significantly. This evolution spans across various domains, ranging from web and mobile application development to specialized fields such as Machine Learning (ML), Deep Learning (DL), and Data Science. Central to this development process is the requirement for versatile source code management across multiple programming languages.

Visual Studio Code (VS Code), developed by Microsoft, has emerged as a prominent, open-source code editor that addresses these needs. VS Code is a cross-platform tool compatible with Windows, macOS, and Linux environments. It provides extensive support for a wide array of programming languages, including but not limited to Python, JavaScript, and TypeScript. Furthermore, it facilitates seamless integration with Git, serving as a robust interface for Git-based version control systems.

2.11 Python

Many programming languages are available for system development, including C++, C#, Java, Go, JavaScript, and TypeScript. However, Python stands out due to its extensive library and community support. Python is a modern language known for its simple syntax and versatility across various applications, including website development, REST APIs, and data analysis.

In particular, Python is widely used in Artificial Intelligence (AI), especially in Machine Learning (ML) and Deep Learning (DL). These domains require numerous tools and libraries to help developers and researchers build models efficiently. Python is compatible with major frameworks such as TensorFlow and PyTorch.

2.12 Related Research

The study of related research reveals two general approaches for livestock monitoring: Computer Vision and the use of IoT Sensors (Antanaitis et al., 2025). Using IoT sensors requires installing physical devices directly onto the animal, typically operating in a one-to-one (1:1) manner. These sensors are often attached to the cow's tail or neck area. Naturally, cows dislike foreign objects touching their bodies (for example, they use their tails to swat away insects). Therefore, installing IoT devices can disrupt the cow's natural behavior. Furthermore, monitoring large herds or multiple pens within a farm would necessitate a significant number of IoT devices, resulting in substantial additional costs. To mitigate these problems, employing a Computer Vision approach is a viable solution. Computer Vision allows for the simultaneous detection

of multiple cows and eliminates the issue of behavioral disturbance caused by physically attaching IoT devices to the animals.

2.12.1 Dynamic Serpentine Convolution with Attention Mechanism Enhancement for Beef Cattle Behavior Recognition

This research utilizes a Computer Vision model named YOLOv8n_BiF_DSC (YOLOv8n enhanced with Dynamic Serpentine Convolution and BiFormer Attention). The study applied image processing and deep learning techniques to recognize the behavior of 45 beef cattle at Shengtu Livestock Farm. The model was designed to detect and classify several key behaviors: standing, lying, mounting, fighting, licking, eating, drinking, walking, and searching. The overall performance metrics reported were: Precision (P): 96.5% Recall (R) for the 'lying' behavior: 98.9% mAP50: 96.5% mAP50:95: 71.5% Data collection for this research covered cow behavior during both daytime and nighttime periods (Li et al., 2024).

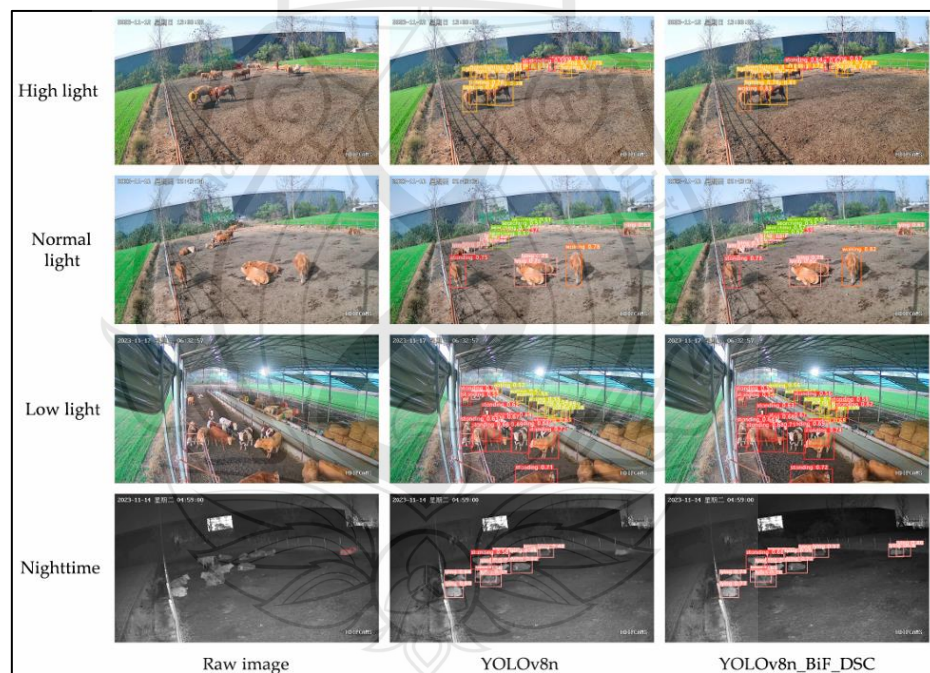


Figure 2.9 Behavioral Detection Charts for Beef Cattle with Different Light

2.12.2 The Relation between Milk Lactose Concentration and the Rumination, Feeding, and Locomotion Behavior of Early-Lactation Dairy Cows

This study utilized IoT technology, specifically the BROLIS HerdLine in-line milk analyzer and the RumiWatch noseband sensor, to collect data. The data was subjected to

statistical analysis, including Pearson correlation, linear regression, and the Shapiro-Wilk test. The research was conducted on 502 dairy cows during their early lactation phase (5–30 days postpartum). The behaviors and metrics detected included: rumination chews, eating chews, drinking gulps, bolus, activity, activity change, other chews, and chews per minute. Data collection spanned a duration of five days and was limited only to early-lactation dairy cows during daytime hours (Antanaitis, Džermeikaitė et al., 2024).

2.12.3 Utilizing Noseband Sensor Technology to Evaluate Rumination Time as a Predictor of Feeding and Locomotion Behaviors in Dairy Cows

This research utilized the RumiWatch noseband sensor (incorporating both pressure and an accelerometer) for data acquisition via the Internet of Things (IoT) approach. The collected data was analyzed using various statistical methods, including Spearman correlation, linear regression, and polynomial/logarithmic models. The study involved 434 Holstein dairy cows during their early lactation period (5–30 days postpartum). The behaviors and metrics measured included: (1) Rumination: Rumination time and rumination chews. (2) Eating: Eating chews and eating time. (3) Ingestion: Drinking gulps and bolus. (4) Activity: General activity and other activity time. (5) Rate: Chews per minute. The data collection period spanned 16 days, and behavioral data was recorded exclusively during daytime hours (Antanaitis et al., 2025).



Source Antanaitis et al. (2025)

Figure 2.10 Cow with RumiWatch Noseband Sensor (front and side view) (RWS; ITIN + HOCH GmbH, Feeding Technology, Liestal, Switzerland)

This study is financed by Project BG16RFPR002-1.014-0004 Centre of Excellence “Universities for Science, Informatics and Technologies in e-Society” (UNITE), funded by Program “Research, Innovation and Digitalization for Smart Transformation” (PRIDST) and co-funded by the European Union through the European Regional Development Fund (ERDF) and The author would like to express sincere gratitude to Mr. Suthep Kawilo and Mrs. Anong Kawilo, owners of the traditional farm located in Thung Satok Subdistrict, San Pa Tong District, Chiang Mai 50120, Thailand, for their kind permission to collect data used in this research.



CHAPTER 3

METHODOLOGY

This quantitative, experimental study uses deep learning and image processing to analyze dairy cow behavior eating, walking, lying, standing, and drinking—on a small-scale farm. It aims to detect herd-level behavioral abnormalities and apply the model to individual behavioral analysis during milking. A systematic development approach was followed, as outlined below.

3.1 Research Design Concept

3.2 System Analysis and Design

3.2.1 Study Area and Animal Subjects

3.2.2 Analysis Overview

3.2.3 System Design

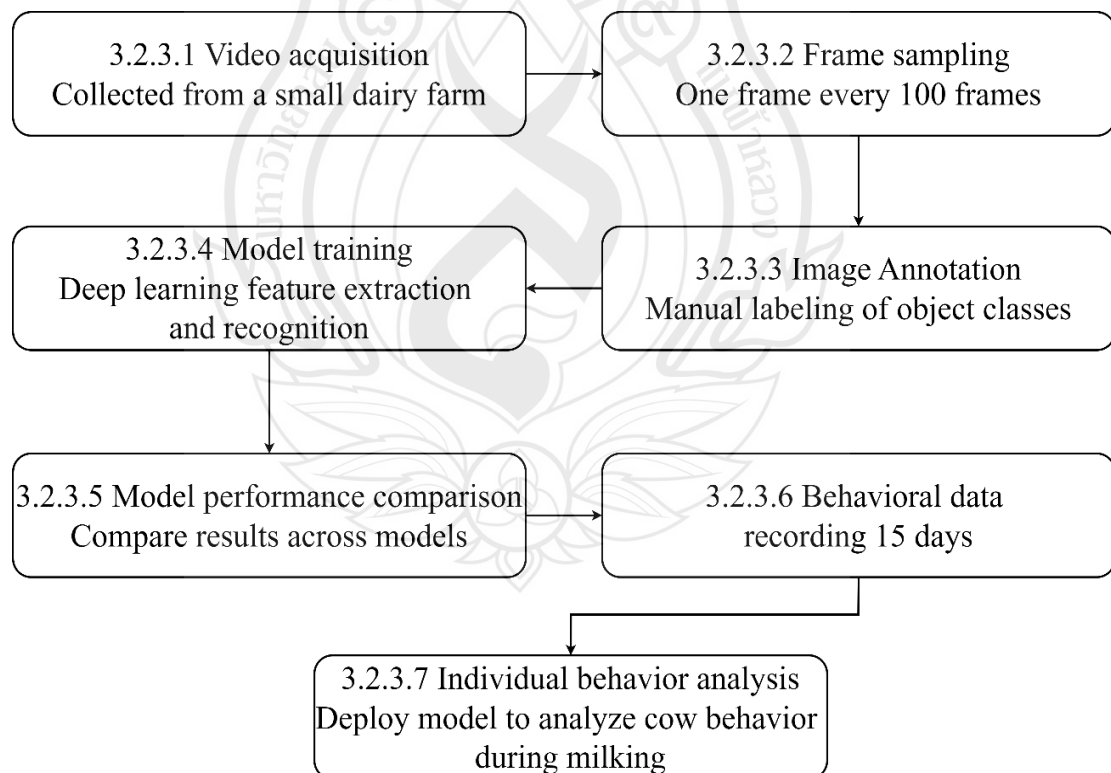


Figure 3.1 Shows the seven steps of the system process, from video acquisition to individual behavior analysis, detailed in Sections 3.2.3.1–3.2.3.7

3.2.3.1 Video Acquisition from a Small-Scale Farm: Video data was collected directly from a small dairy farm.

3.2.3.2 Frame Sampling: Frames were sampled at a rate of one every 100 frames.

3.2.3.3 Image Annotation: Objects in the sampled images were manually labeled with their corresponding classes.

3.2.3.4 Deep Learning for Feature Extraction and Object Recognition (Model Training): A deep learning model was trained to extract features and recognize specific object classes.

3.2.3.5 Model Performance Comparison: The performance of different models was compared.

3.2.3.6 Behavioral Data Recording: The trained model was deployed to continuously record cow behavioral data over a 15-day period, generating statistical values for each behavior used in subsequent analysis.

3.2.3.7 Individual Behavior Analysis: The trained models were deployed to analyze the behavior of individual cows during milking, and the results were documented.

3.3 System Development and Implementation

3.1 Research Design Concept

This research adopts a quantitative, experimental research design grounded in image processing and deep learning techniques to study dairy cow behavior on a small-scale farm. The underlying concept treats animal behavior monitoring as an object detection and classification problem: video footage of the herd is transformed into image annotation, from which a deep learning model learns to recognize behavior-related object classes such as feeding, rumination, standing, and lying.

The research design follows two complementary levels of analysis. At the herd level, the trained model is applied across the general farm area to detect behavioral patterns and identify abnormalities within the group. At the individual level, the same modeling approach is applied within a designated milking area to analyze the behavior

of single cows during the milking process. Multiple deep learning architectures are trained and compared under this design to identify the model that yields the highest detection and classification accuracy, ensuring that the resulting system is both reliable and practically applicable to small-scale farm conditions.

The detailed system development procedure that operationalizes this concept, comprising the seven implementation steps from video acquisition through individual behavior analysis, is presented in Section 3.2 (System Analysis and Design).

3.2 System Analysis and Design

3.2.1 Study Area and Animal Subjects This study was conducted on a small-scale, traditionally managed dairy farm. The farm houses dairy cattle of the Holstein Friesian breed and Holstein-Brahman crossbreds, all female, and is divided into approximately four areas: the first area, used for behavioral data collection, houses approximately 16 dairy cows; the second area was not used for data collection; the third area contains dairy or beef cattle not yet mature enough for milk production and was therefore excluded; and the fourth area is designated for newly born calves and was likewise excluded. For feeding behavior data collected during the milking process, all milkable cows, approximately 35 animals, were included. No criteria regarding age, sex, body weight, or lactation stage were applied in selecting the animal subjects.

3.2.2 Analysis Overview The process begins with video acquisition, followed by frame sampling every 100 frames to reduce data volume (Li, Liu et al., 2024). These frames are then meticulously labeled to create a training set for the object detection model. Once trained, the model is applied to analyze herd-level behavior, with a specific focus on critical areas like the milking stall, to gather behavioral data. A key objective of this research is to thoroughly compare the performance of different models to identify the most suitable CNN architecture. The results, including object detection performance and model comparisons, are presented as percentages (%) and systematically documented, as shown in the block diagram of the research as shown in Figure 3.2 and 3.3

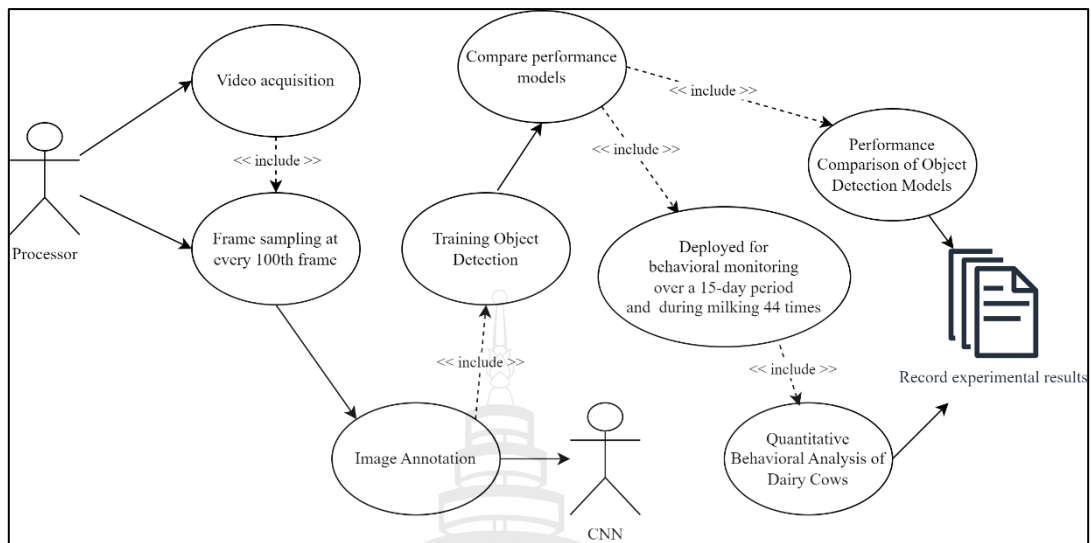


Figure 3.2 Use Case Diagram Training System

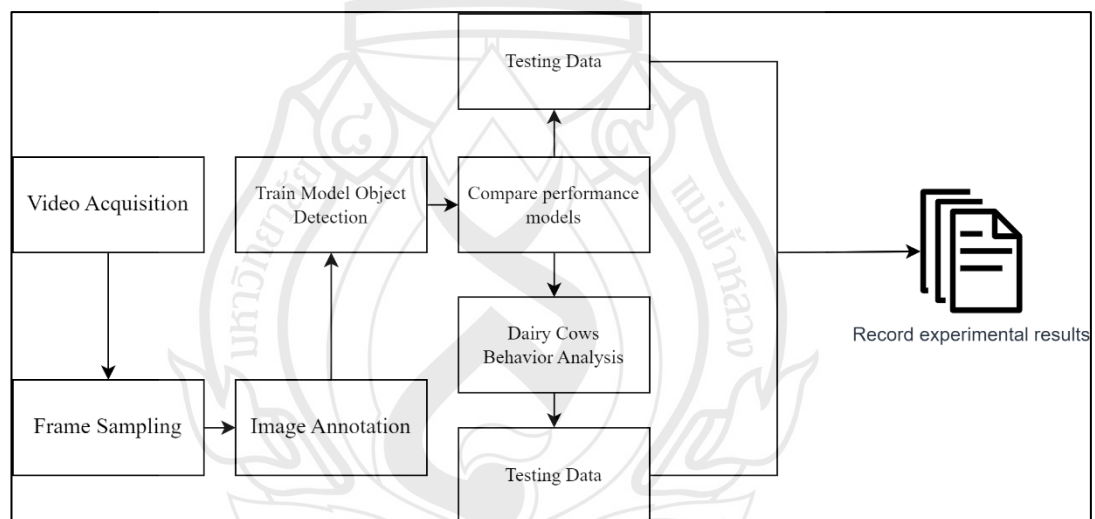


Figure 3.3 Block Diagram of Research

3.2.3 System Design

3.2.3.1 The camera angle must be adjusted to provide a sufficient field of view of the target objects, taking the farm environment into account (Li et al., 2024). The mounting configuration, including height, distance, and angle, was selected to achieve full coverage of the dairy cattle throughout recording, as illustrated as shown in Figure 3.4. The camera was mounted on the first post, allowing secure attachment without altering the farm environment or creating obstructions.

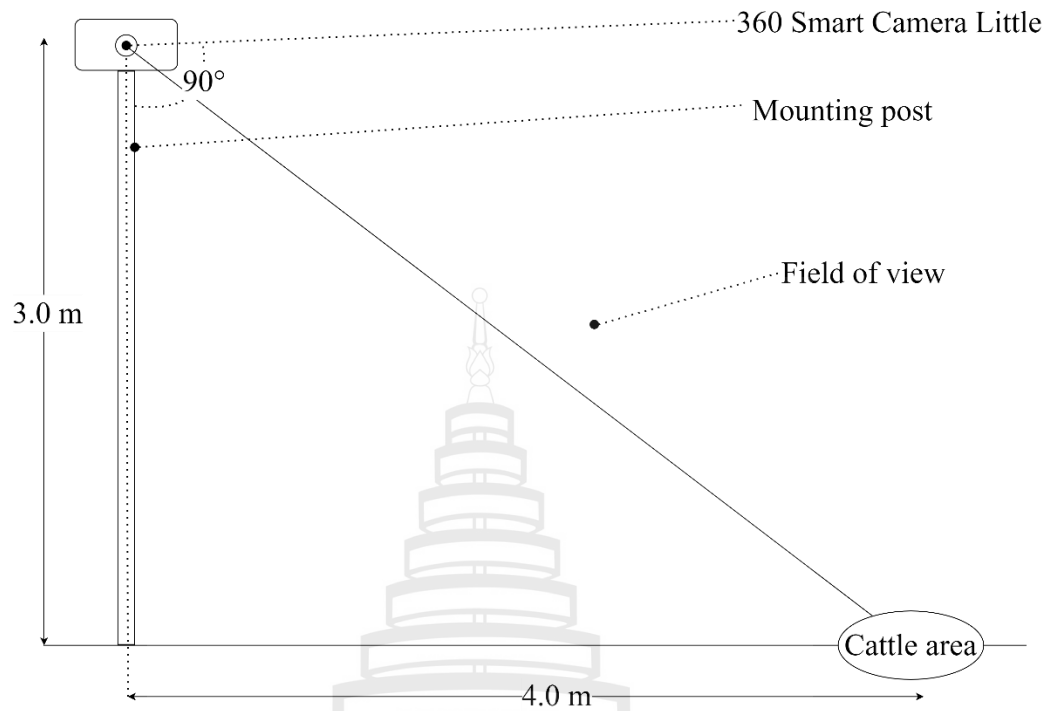


Figure 3.4 Camera Setup Height of 3.0 m / a Distance of 4.0 m / an Angle of 90°

Table 3.1 Video Acquisition and Dataset Specifications

Parameter	Value
Camera model	360 Smart Camera Little
Mounting height	3.0 m
Distance from cattle area	4.0 m
Camera angle	90°
Recording duration	16 days
Lighting conditions	Highlight, normal light, low light, nighttime
Total images collected	10,000
Image format	JPG
Training set	7,000 images (70%)
Validation set	1,500 images (15%)
Testing set	1,500 images (15%)

Data was collected over a continuous period covering four lighting conditions to ensure dataset robustness across varying environmental conditions (Li et al., 2024). The dataset was partitioned into training, validation, and testing sets following standard practice (Li, Liu et al., 2024; Wang et al., 2024). Full specifications of the video acquisition and dataset are summarized as shown in Table 3.1.

3.2.3.2 Frame Sampling The video clips from the four specified time periods will undergo frame sampling at a rate of one frame every 100 frames. This process is performed to reduce the volume of data while maintaining a diverse set of images for model training across each time period (Li, Liu et al., 2024) as shown in Figure 3.5.



Figure 3.5 Example of Using Video for Frame Sampling

3.2.3.3 Image Annotation The frames obtained from the sampling process will be used to define classes for training. There are five main classes: eating time, walking time, lying time, standing time, drinking time (Antanaitis et al., 2024; Marzano et al., 2024). The image annotation process, also known as image annotation, involves using normalized values to crop and images annotation. A single image can contain multiple classes, and each class can appear more than once. To ensure the most suitable data for training, a Python-based tool will be created to crop the normalized values as shown in Figure 3.6 This tool will help to create an optimal dataset for the training model.



Figure 3.6 Cropping Desired Objects from an Image to Achieve a Normalize Value

3.2.3.4 Deep Learning for Object Detection (Model Training) Object detection is a task that requires the model to identify what an object is (its class) and where it is located within an image (localization). This is accomplished by drawing a bounding box around the object, as illustrated as shown in Figure 3.7.



Figure 3.7 Example of Image Annotation Class of Research

3.2.3.5 Model Performance Comparison This section presents a quantitative comparison of different neural network architectures for detecting cows. The goal is to identify the most suitable architecture for our behavioral analysis task. The baseline models used for testing are YOLOv11n and YOLOv8n, chosen for their balance of speed and accuracy. The study also includes tests on enhanced architectures by integrating specialized Loss Functions and Attention Mechanisms into the baseline YOLOv8n model. These enhancements include WIoU v3 Loss, SimAM Attention, and Efficient Channel Attention (ECA). Model performance is evaluated using standard object detection metrics: Precision (P%), Recall (R%), and Mean Average Precision (mAP). Specifically, we evaluate mAP@0.5 and mAP50-95(B), which indicate object identification accuracy and localization accuracy, respectively. We also assess the Detection Rate to measure the model's processing speed. The data in this table will be used to conclude how architectural improvements affect the models' performance in detecting cow behavior compared to the baseline models (Li et al., 2024; Li, Liu et al., 2024; Wang et al., 2024) as shown in Figure 3.8.

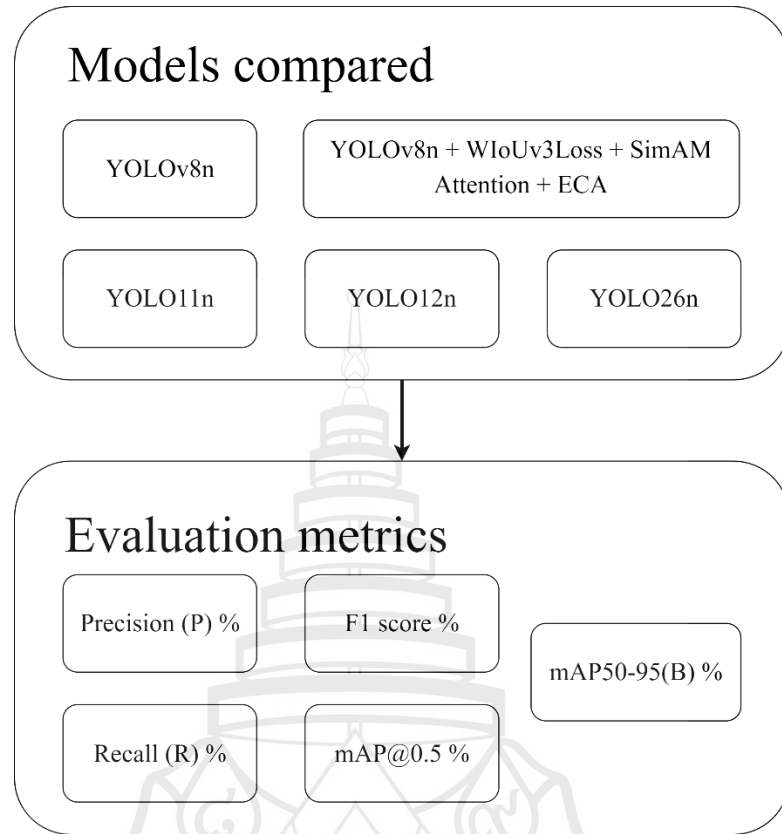


Figure 3.8 Structural Diagram of Model Performance Comparison Framework for Cow Detection

3.2.3.6 Processing Behavioral Data To ensure the model's generalization capability to new, real-world conditions, it was tested on a separate set of behavioral data from the cows. A long-term evaluation was conducted over 15 days (Raniolo et al., 2024) to assess the model's consistency and performance in tracking cow behavior. The tests were performed across four distinct time periods to account for various lighting conditions (Li et al., 2024) as shown in Figure 3.9.

1. High light: 10:00 AM – 15:00 PM
2. Normal light: 07:30 AM – 10:00 AM and 15:00 PM – 17:00 PM
3. Low light: 05:30 AM – 07:30 AM and 17:00 PM – 19:00 PM
4. Night time: 19:00 PM – 05:30 AM

The following descriptive statistics were recorded for the four primary behaviors detected and measured by the Computer Vision/CNN system (Antanaitis et al., 2024, 2025).

1. Eating Time: Time spent ingesting feed (min/day).
2. Walking Time: Time spent in locomotion (min/day).
3. Lying Time: Time spent in a recumbent position (min/day).
4. Standing Time: Time spent upright without moving (min/day).
5. Drinking Time: Time spent drink (min/day).

24-hour testing schedule (15-day evaluation)

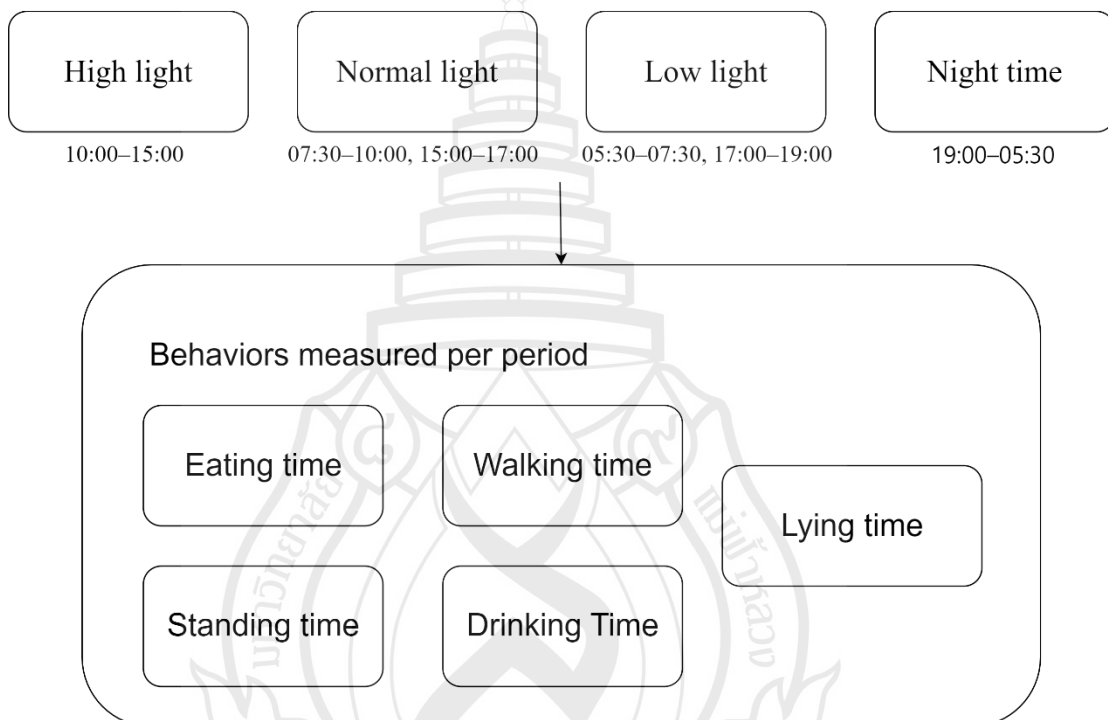
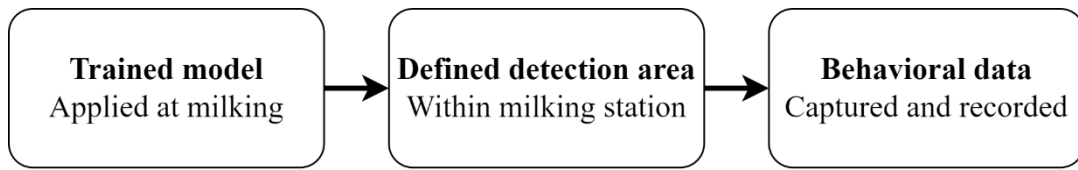


Figure 3.9 Recording Schedule Across Four Lighting Conditions and Five Measured Behaviors During the 15-Day Unseen-Data Evaluation

3.2.3.7 The trained models were used to analyze the behavior of cows during milking. This phase of testing is critical because farm owners and caretakers typically observe signs of illness—such as reduced feed intake—during this time. To ensure high accuracy and precise statistical counting, the system defined a specific detection area within the milking station. The behavioral data captured by the system (Li, Liu et al., 2024; Wang et al., 2024), as shown in Figure 3.10 and 3.11.



Used to identify early signs of illness, such as reduced feed intake

Figure 3.10 Model Recording Flow During Milking, from Trained Model to Behavioral Data Capture Within the Defined Detection Area

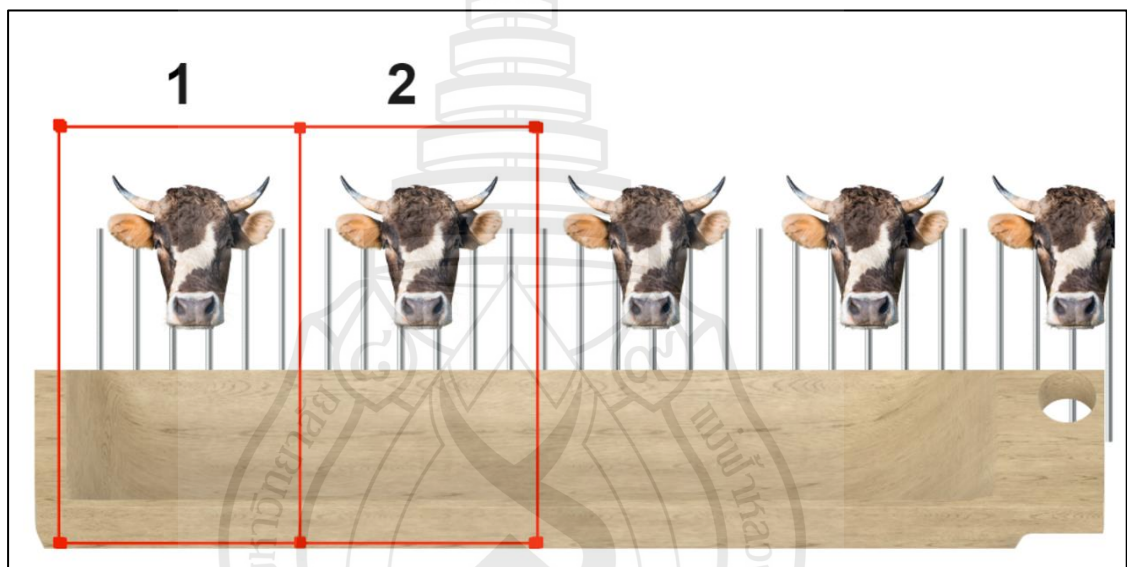


Figure 3.11 Defined Detection Area during Milking

3.3 System Development and Implementation

While Section 3.2.3 describes the design of each system component, this section describes the tools, environment, and configuration used to implement the system in practice. The system was developed using Python as the primary programming language, with the Ultralytics YOLO framework, built on PyTorch, used for model training and inference. This framework was selected for its standard, well-documented implementation of YOLO architectures, allowing consistent training and evaluation across multiple model variants (YOLOv8n, YOLO11n, YOLO12n, YOLO26n, and the enhanced YOLOv8n with WIoU v3 loss, SimAM attention, and ECA). Model training

was conducted on Google Colab, which provided cloud-based GPU resources sufficient for training the object detection models across 100 epochs per model. Following training, the best-performing model was deployed on a local CPU-based computer to process the 15-day unseen dataset, as the inference workload for behavioral analysis did not require GPU acceleration. The implementation followed a sequential pipeline: video frames extracted during the data preparation stage (Section 3.2.3.2) were annotated and used to train models in the Colab environment; the resulting trained model was then exported and integrated into a local inference script for continuous behavioral monitoring on the local machine, including the detection of behaviors within defined ROI areas during milking (Section 3.2.3.7).

3.3.1 The herd-level recording script processes video data collected from the 16-cow study group. For each video file, every frame is passed through the trained YOLO model to detect and classify objects into one of five behavior classes: eating, walking, lying, standing, and drinking. The number of detections for each class is accumulated across all frames of a video, along with the total frame count and processing time. Once a video file is fully processed, the script automatically proceeds to the next file in the folder, with a 30-second pause inserted between files to prevent system overload. After all video files have been processed, the accumulated results for every video are compiled and exported to a single Excel file, providing the raw detection counts later converted into time durations using Equation (2.9) as shown in Figure 3.12.

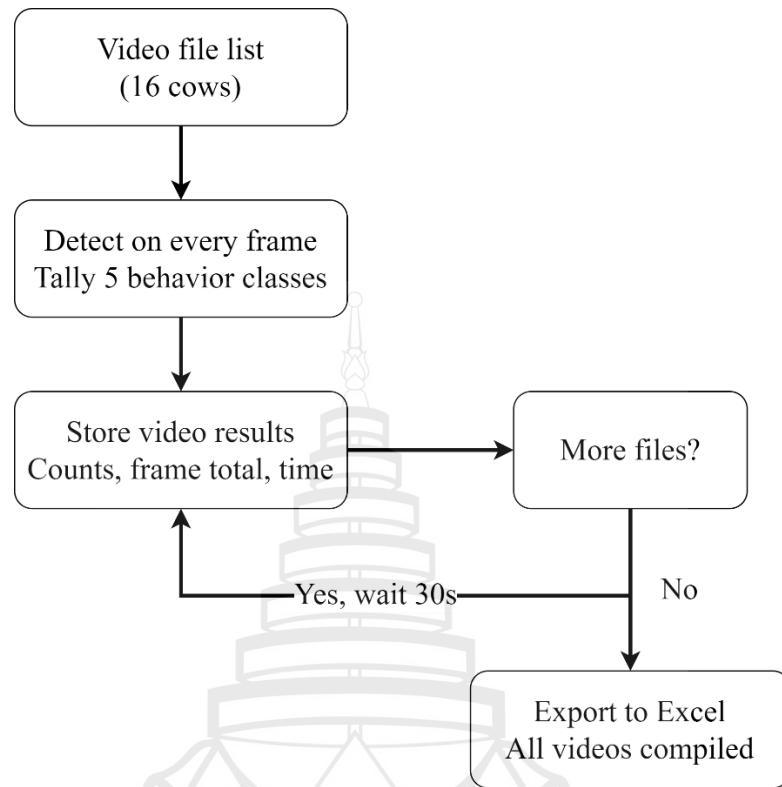


Figure 3.12 Herd-level Behavioral Data Recording Pipeline for the 16-Cow Batch

3.3.2 Dual-Focus Detection During Milking To analyze individual cow behavior during milking, the system defines two regions of interest, Focus 1 and Focus 2, corresponding to the left and right sides of the milking station, using normalized coordinates as described in Section 3.2.3.7. For each frame, the model detects objects and determines the center point of each detected bounding box. If a center point falls within the coordinate range of Focus 1 or Focus 2, the corresponding behavior class is counted toward that zone independently; detections outside both zones are discarded. This allows the system to distinguish and record the behavior of cows occupying each milking position separately, even when multiple cows are present in the same frame. The system also provides a real-time visual overlay showing the boundaries of both zones and live detection counts, along with manual controls for fast-forwarding, rewinding, and resetting the count for each zone independently, supporting verification of the recorded data during analysis as shown in Figure 3.13.

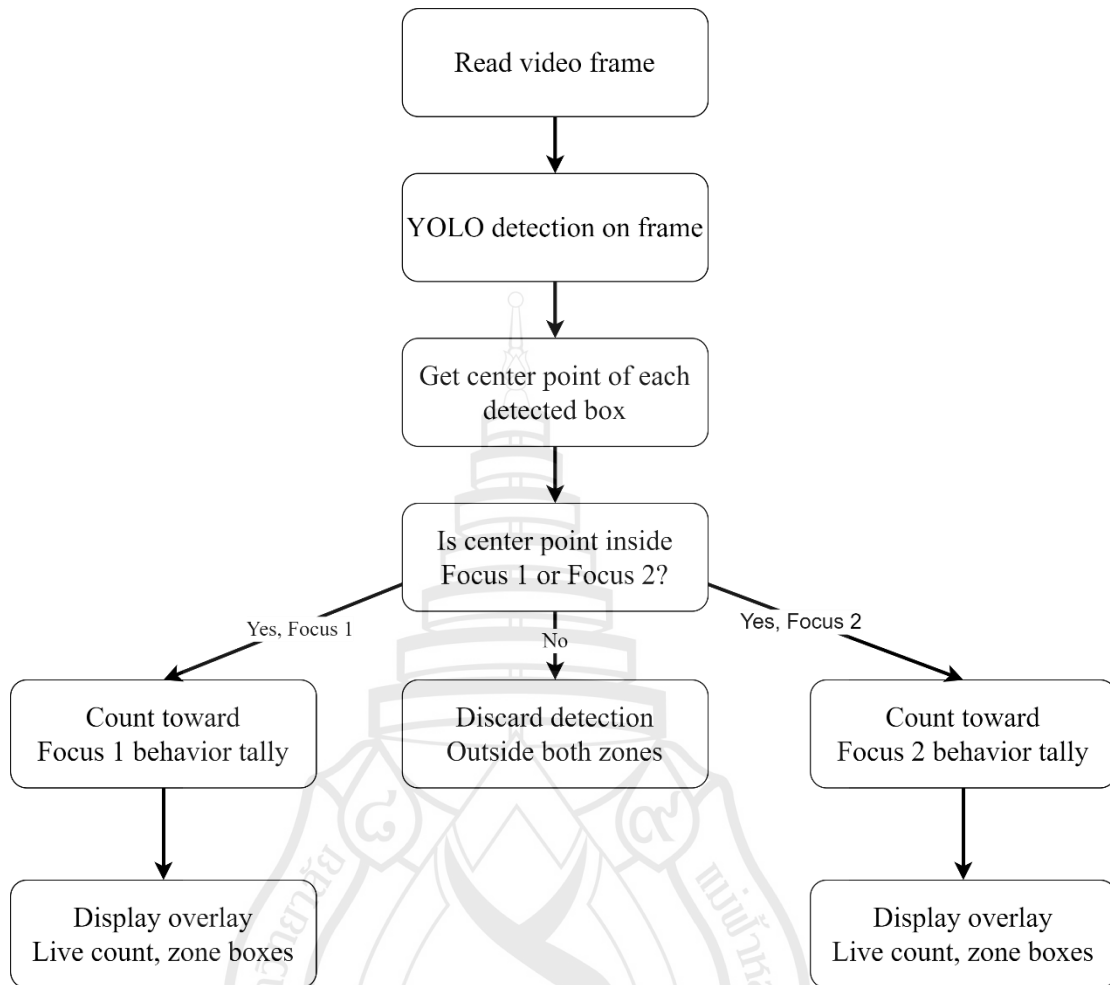


Figure 3.13 Dual-focus Detection Logic During Milking, Showing Zone Classification by Center-Point Coordinates

3.3.3 Model Training on Google Colab The object detection models were trained on Google Colab using the YOLO command-line interface. Training was configured with an image size of 640 pixels, a batch size of 64, and 100 epochs, using stochastic gradient descent (SGD) as the optimizer with an initial learning rate of 0.0025, a final learning rate factor of 0.2, momentum of 0.95, and a weight decay of 0.0005. Automatic mixed precision (AMP) was enabled to accelerate training using the GPU resources provided by Colab, and no layers were frozen during training, allowing the entire network to be fine-tuned on the cow behavior dataset as shown in Table 3.2.

Table 3.2 YOLO Training Configuration on Google Colab

Parameter	Value
Model	YOLOv8n (and variants)
Image size	640
Batch size	64
Epochs	100
Optimizer	SGD
Initial learning rate (lr0)	0.0025
Final learning rate factor (lrf)	0.2
Momentum	0.95
Weight decay	0.0005
Frozen layers	0 (none)
Mixed precision (AMP)	Enabled

CHAPTER 4

RESULTS & DISCUSSION

In conducting this research, to fully achieve the specified objectives and scope, the research team completed the study on "Image Processing and Deep Learning for Dairy Cow Monitoring." Consequently, the research work was tested to ensure that the system's capabilities fully and completely meet the established objectives and scope of the research, which includes the following topics:

4.1 Performance Comparison of Each Object Detection Models is the best in this datasets

4.2 Determination of Statistical Values of Dairy Cow Behavior Within the Farm then when values are abnormal, this information can be alert to the farm owner.

4.3 Monitoring of dairy cow behavior during milking cows that stand too long relative to eating, or eat less or more slowly, this information can be alert to the farm owner

4.1 Performance Comparison of Each Object Detection Models is The Best in this Datasets

Based on the experimental results, this research compares the performance of each Object Detection Algorithm. The YOLO versions used in this research experiment are YOLOv8n, YOLOv8n + WIoUv3Loss + SimAM Attention + ECA, YOLO11n, YOLO12n, and YOLO26n. In this experiment, datasets were utilized from recording 133 video clips, employing Frame Sampling every 100 frames to reduce the dataset over a 24-hour period. The data was divided into a 70:15:15 proportion for each video clip to ensure the datasets cover all light intensity conditions (Li et al., 2024). There were a total of 12,848 images, train:val:test 9,010:1,919:1,919 comprising 9,010 images for Training, 1,919 images for Validation, and 1,919 images for Testing.

4.1.1 Metrics Used to Measure the Performance of Each Model

4.1.1.1 P, R, and F1 are used to measure the accuracy and coverage of the model.

4.1.1.2 mAP@0.5 and mAP50-95 (B) are used to measure the detection accuracy of the model.

4.1.2 Comparison Results

The comparison results led to the selection of YOLOv8n, as it achieved the highest mAP@0.5 (78.369%) and mAP50-95 (49.182%) among all compared models, indicating the best detection performance, as shown in Table 4.1. Although YOLOv8n is an earlier version compared to the other models tested, it achieved higher accuracy, which may be attributed to architectural differences that are better suited to this dataset [28]. To further verify reliability, the mean and SD of each metric were calculated from epochs 50–100 for all five models, as shown in Table 4.2. YOLOv8n maintained the highest mean values across most metrics, consistent with its best-epoch performance as shown in Tables 4.1 to 4.4. The low SD values indicate stable convergence across all models, supporting the validity of the comparison.

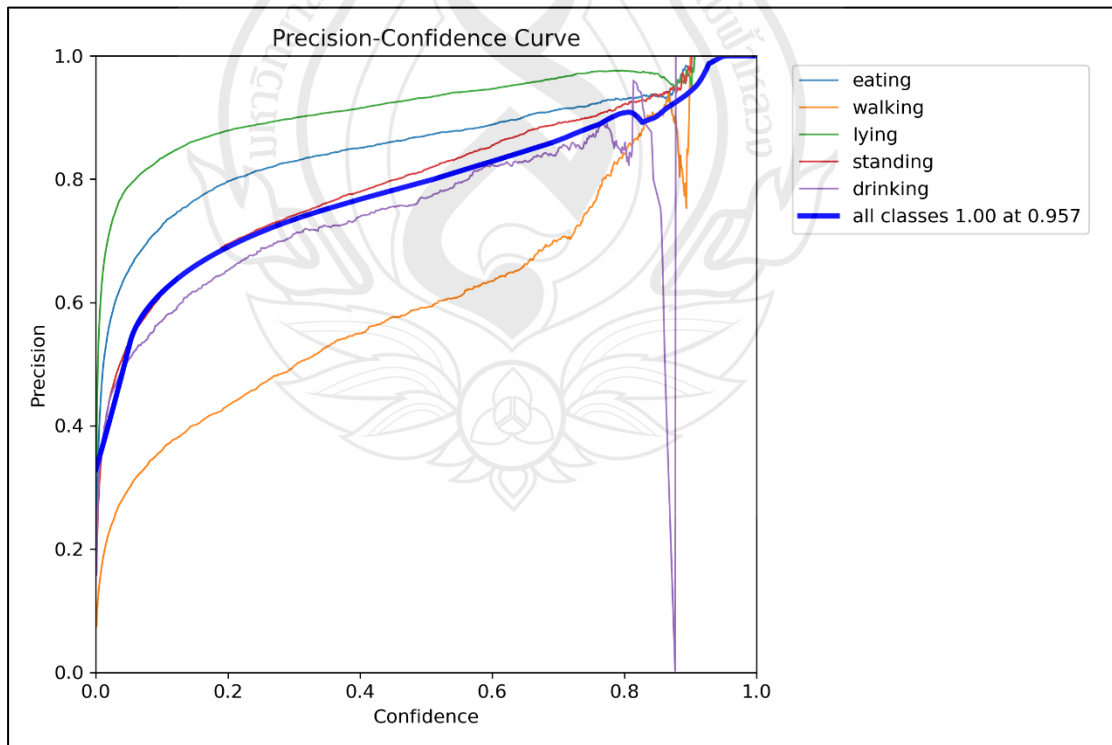


Figure 4.1 Precision-Confidence Curve of YOLOv8n

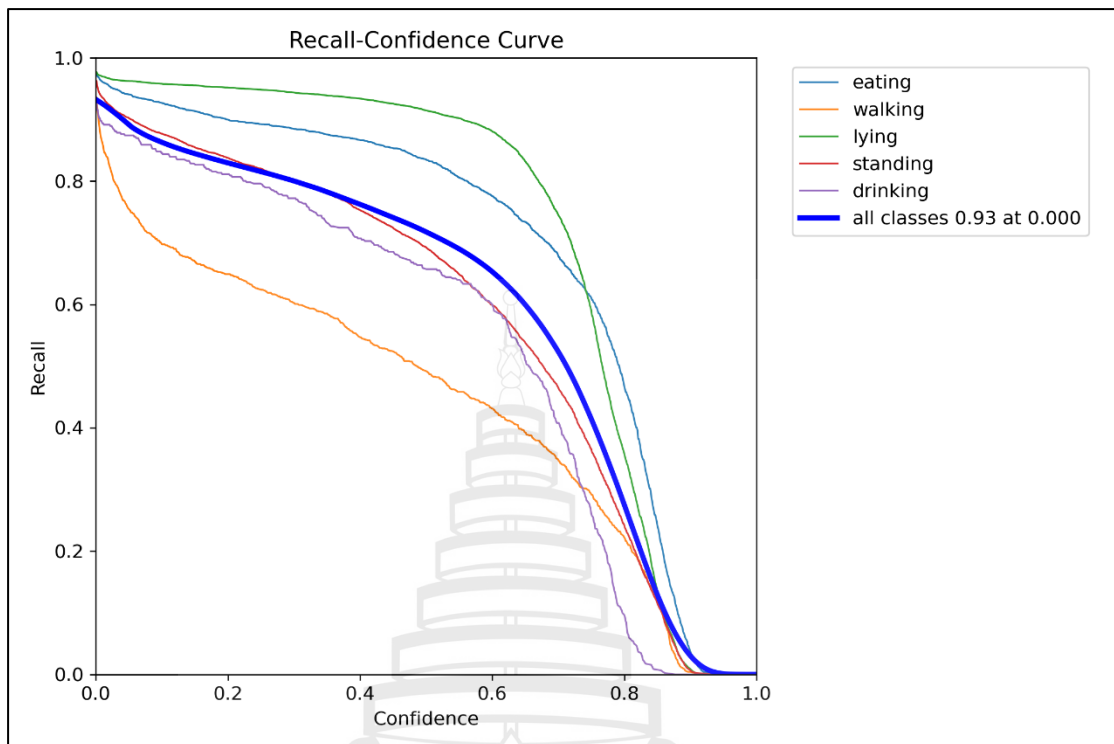


Figure 4.2 Recall-Confidence Curve of YOLOv8n

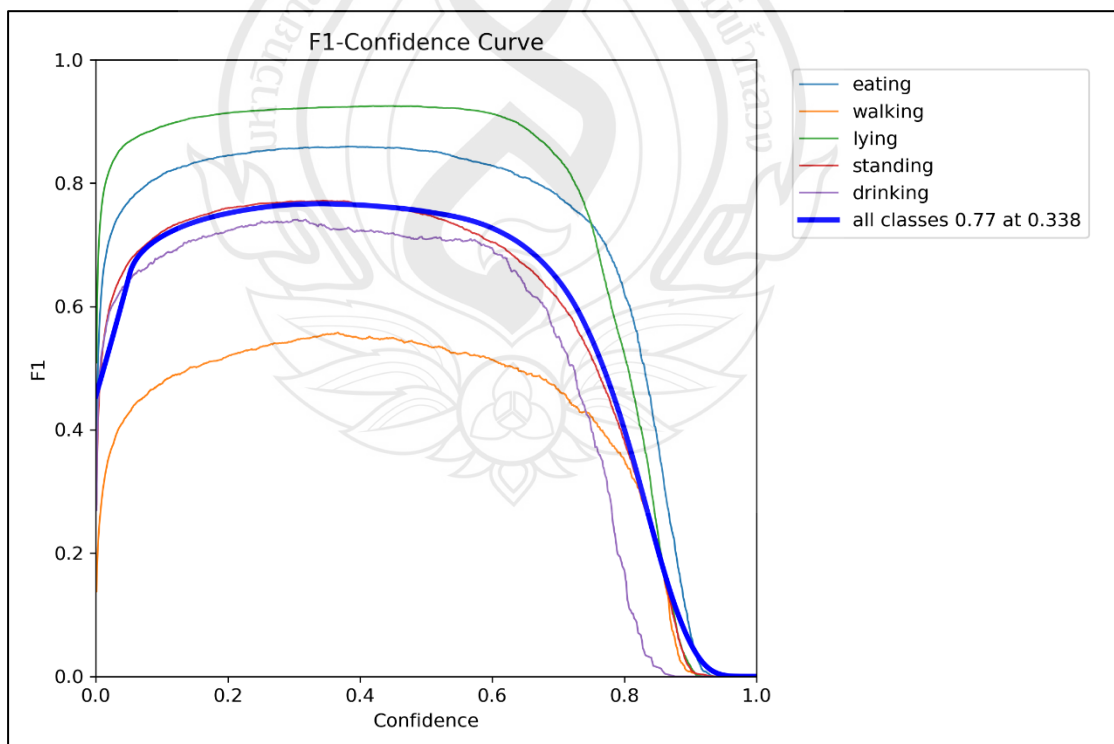


Figure 4.3 F1-Confidence Curve of YOLOv8n

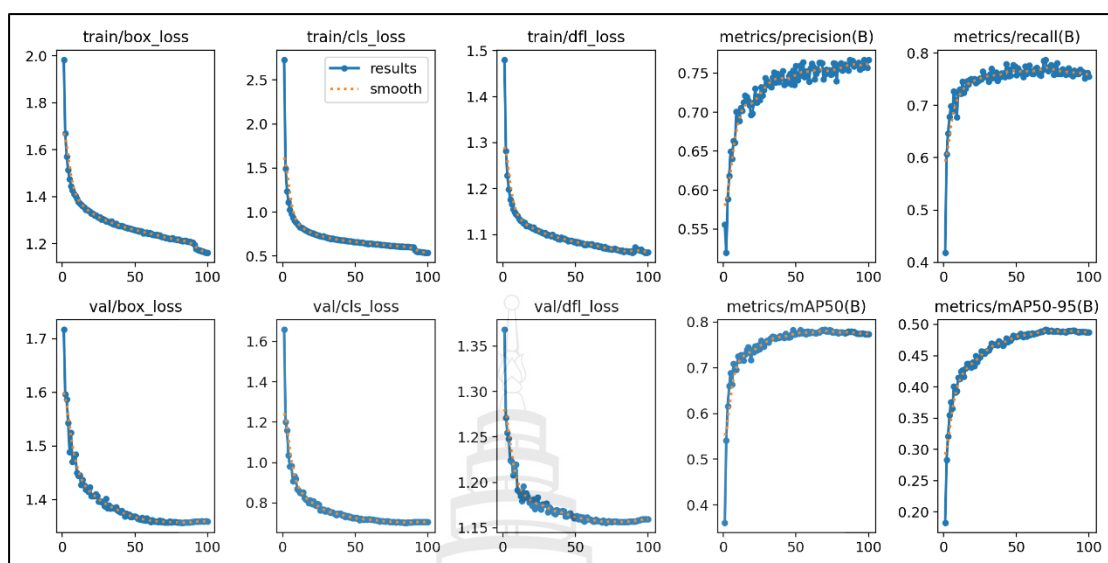


Figure 4.4 Results of YOLOv8n

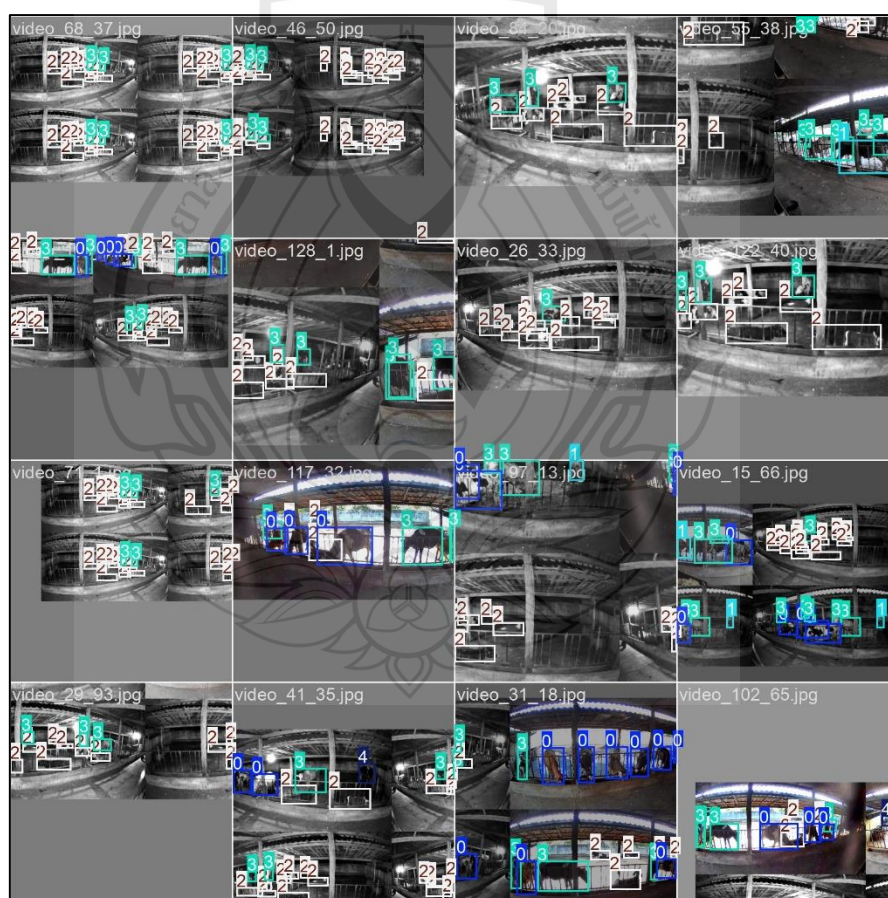


Figure 4.5 Example Train Model of YOLOv8n

Table 4.1 Performance Comparison of Object Detection

Network Model	P/%	R/%	F1/%	mAP@ 0.5/%	mAP 50-95(B)%
YOLOv8n	74.846	78.735	76.741	78.369	49.182
YOLOv8n + WIoUv3Loss + SimAM Attention + ECA	74.189	75.084	74.633	76.061	45.27
YOLO11n	74.345	78.186	76.217	77.983	48.476
YOLO12n	75.556	77.414	76.473	78.228	48.863
YOLO26n	74.171	75.355	74.758	76.533	47.247

Table 4.2 Model Performance Stability (mean $\pm$ SD, epochs 50–100)

Network Model	P/%	R/%	F1/%	mAP@ 0.5/%	mAP 50-95(B)%
YOLOv8n	75.614 $\pm$ 0.008	76.532 $\pm$ 0.008	76.063 $\pm$ 0.002	77.756 $\pm$ 0.003	48.733 $\pm$ 0.003
YOLOv8n + WIoUv3Loss + SimAM Attention + ECA	74.068 $\pm$ 0.007	74.582 $\pm$ 0.006	74.320 $\pm$ 0.004	75.688 $\pm$ 0.004	44.772 $\pm$ 0.005
YOLO11n	74.536 $\pm$ 0.008	77.404 $\pm$ 0.009	75.934 $\pm$ 0.002	77.509 $\pm$ 0.003	48.105 $\pm$ 0.002
YOLO12n	76.073 $\pm$ 0.005	77.132 $\pm$ 0.005	76.597 $\pm$ 0.002	77.529 $\pm$ 0.003	48.458 $\pm$ 0.002
YOLO26n	74.138 $\pm$ 0.007	76.055 $\pm$ 0.008	75.078 $\pm$ 0.004	76.003 $\pm$ 0.003	46.817 $\pm$ 0.002

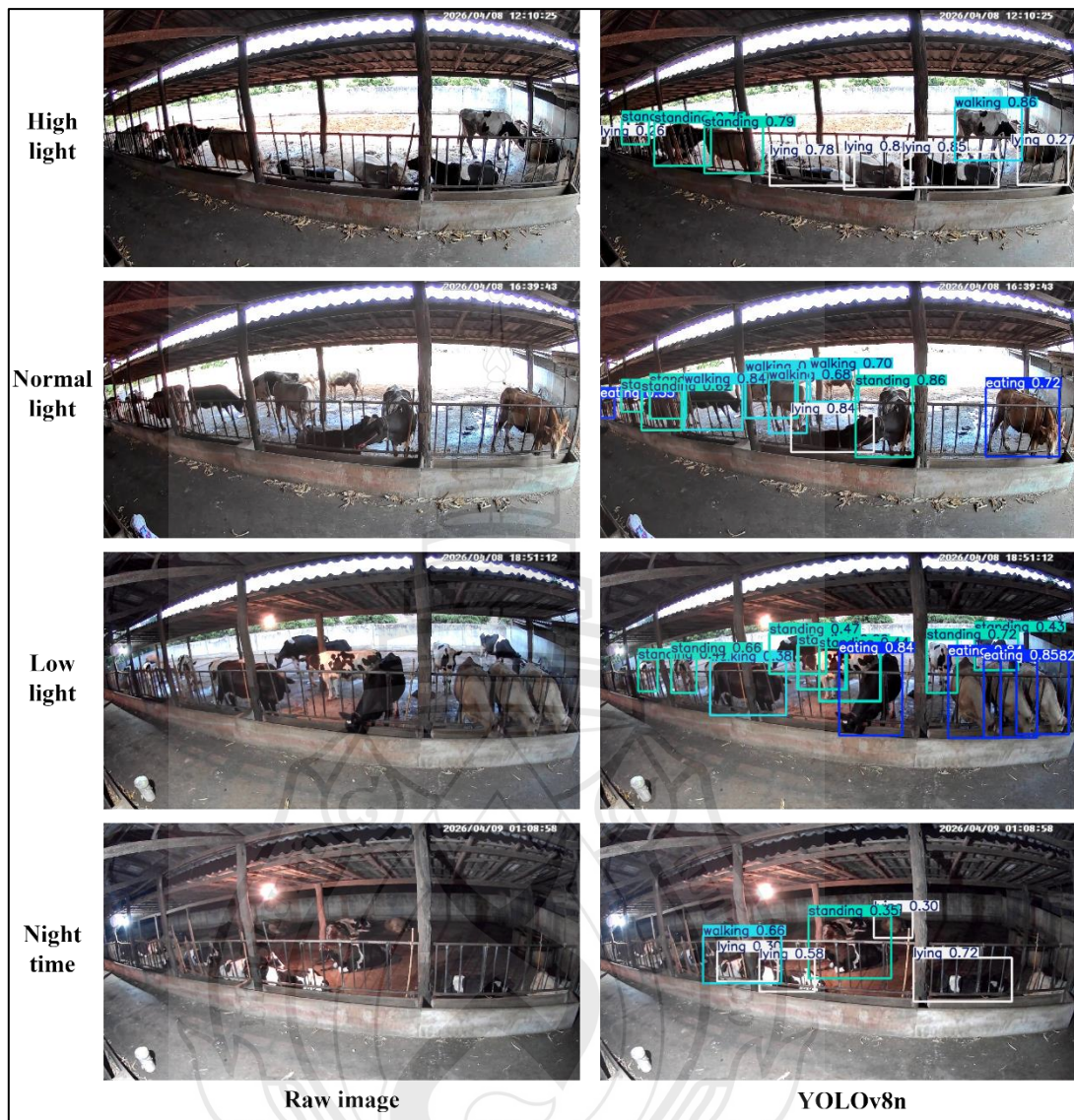


Figure 4.6 Application of the Model During the Four Time Periods

4.2 Determination of Statistical Values of Dairy Cow Behavior Within the Farm Then When Values are Abnormal, This Information Can be Alert to the Farm Owner

Based on the experimental results to identify the most suitable object detection model for this dataset, YOLOv8n was selected and subsequently applied to collect statistical values across five behavior classes: eating time, walking time, lying time, standing time, and drinking time. The 24-hour duration was divided into four time

periods, namely highlight, normal light, low light, and nighttime, along with an all-time category. For monitoring, the video clips were converted into images, with every frame analyzed to ensure accuracy. Since the video clips had a frame rate of 20 FPS, the number of frames in which each behavior was detected was converted into minutes using Equation (2.9), as shown in Tables 4.3 to 4.17.

4.2.1 Collection of Dairy Cow Behavior Data Within the Farm over a 15-Day Period

4.2.1.1 From the study of dairy cow behavior over a 15-day period, it was found that eating behavior correlated with light intensity. The peak eating durations occurred during the Normal light period at 14,432.975 minutes and the Low light period at 14,396.088 minutes, respectively, which collectively accounted for 76.45% of the total eating activities in a daily cycle. Such a pattern reveals a normal life cycle where dairy cows primarily consume food during those periods because the farm caretakers mainly provide feed at those times, twice a day. Conversely, during the nighttime, dairy cows transitioned to lying down, with the maximum recorded lying behavior value reaching 24,029.036 minutes. These baseline data illustrate the behavioral balance of dairy cows, which is a crucial component in detecting the biological abnormalities of dairy cows, as shown in Table 4.18.

4.2.1.2 Regarding the analysis of Anaplasmosis, a significant decrease in eating behavior during the peak periods of Low and Normal light is considered the most critical biomarker. This is because the disease's pathology induces high fever and anemia, resulting in dairy cows exhibiting severe anorexia and lethargy (Alvarez et al., 2019; Zapa et al., 2024; The PLOS ONE Staff, 2019; Santos et al., 2023). This is reflected through a decrease in Eating Time and an increase in Lying Time during what should be normal active periods. Therefore, the collected numerical data was utilized as Key features in developing an automated disease screening system using Image processing and Deep learning. This relies on detecting deviations in eating and movement times, enabling early-stage disease diagnosis in accordance with technical data analysis standards in Smart Farming research.

Table 4.3 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 1

Behavior Day 1	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	131.608	728.579	1,038.237	220.502	2,118.926
Walking Time	234.547	267.308	132.672	506.788	1,141.314
Lying Time	2,084.900	548.683	34.077	2,358.031	5,025.690
Standing Time	901.968	1,076.471	865.351	948.854	3,792.644
Drinking Time	130.078	129.569	64.207	65.459	389.313

Table 4.4 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 2

Behavior Day 2	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	299.942	1,031.214	937.581	153.758	2,422.495
Walking Time	145.568	203.524	225.539	669.324	1,243.956
Lying Time	1,627.694	499.029	52.573	1,043.544	3,222.841
Standing Time	850.570	916.893	981.210	930.047	3,678.720
Drinking Time	127.194	94.608	62.603	49.413	333.818

Table 4.5 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 3

Behavior Day 3	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	440.878	1,028.627	773.902	419.455	2,662.861
Walking Time	202.052	234.358	221.835	443.077	1,101.321
Lying Time	1,576.267	567.085	81.331	1,321.913	3,546.596
Standing Time	1,072.548	831.999	1,157.024	2,067.984	5,129.556
Drinking Time	139.938	119.771	66.452	89.590	415.750

Table 4.6 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 4

Behavior Day 4	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	526.757	929.566	1,011.691	316.176	2,784.189
Walking Time	140.648	280.023	121.598	415.168	957.438
Lying Time	1,498.825	740.628	73.409	1,520.040	3,832.902
Standing Time	1,364.738	1,047.874	899.043	1,371.147	4,682.802
Drinking Time	130.533	165.406	54.724	65.384	416.047

Table 4.7 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 5

Behavior Day 5	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	444.063	985.355	1,005.813	262.691	2,697.923
Walking Time	137.325	200.297	202.531	444.397	984.549
Lying Time	1,915.331	474.812	67.578	1,754.448	4,212.168
Standing Time	893.214	1,047.416	870.305	1,262.660	4,073.595
Drinking Time	98.063	123.055	74.136	61.509	356.763

Table 4.8 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 6

Behavior Day 6	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	270.841	861.683	927.013	302.830	2,362.368
Walking Time	196.250	338.533	232.673	512.244	1,279.700
Lying Time	1,659.171	605.463	46.039	1,134.856	3,445.529
Standing Time	1,110.754	1,068.932	866.153	1,588.750	4,634.589
Drinking Time	155.906	138.981	67.780	96.678	459.345

Table 4.9 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 7

Behavior Day 7	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	380.519	894.649	1,010.194	306.064	2,591.427
Walking Time	291.338	243.333	275.432	259.884	1,069.986
Lying Time	1,223.877	894.404	17.410	1,769.328	3,905.019
Standing Time	1,399.798	793.183	1,046.784	1,225.984	4,465.749
Drinking Time	214.508	137.887	106.933	104.984	564.313

Table 4.10 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 8

Behavior Day 8	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	298.143	902.936	877.702	417.953	2,496.733
Walking Time	203.824	338.580	235.258	364.358	1,142.020
Lying Time	2,129.718	768.613	57.331	1,761.947	4,717.609
Standing Time	849.955	887.576	1,136.962	1,353.620	4,228.113
Drinking Time	116.013	129.488	89.298	71.678	406.477

Table 4.11 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 9

Behavior Day 9	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	367.773	998.018	970.392	544.410	2,880.592
Walking Time	148.262	226.308	205.215	301.387	881.171
Lying Time	1,862.804	600.414	51.015	1,520.633	4,034.866
Standing Time	1,034.341	1,216.067	1,074.490	1,191.153	4,516.051
Drinking Time	123.269	116.618	69.023	127.081	435.990

Table 4.12 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 10

Behavior Day 10	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	246.934	1,023.324	975.080	302.273	2,547.611
Walking Time	230.977	265.248	269.520	436.918	1,202.663
Lying Time	1,322.085	272.498	50.645	1,613.287	3,258.515
Standing Time	1,514.344	1,029.498	965.163	1,548.825	5,057.830
Drinking Time	160.408	110.192	111.670	135.936	518.205

Table 4.13 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 11

Behavior Day 11	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	294.580	1,098.431	937.756	106.459	2,437.226
Walking Time	206.736	189.860	232.310	272.741	901.647
Lying Time	1,522.537	474.653	64.713	1,960.443	4,022.346
Standing Time	1,161.526	827.093	837.413	1,079.693	3,905.723
Drinking Time	160.062	106.698	84.078	101.592	452.428

Table 4.14 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 12

Behavior Day 12	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	341.214	990.379	1,072.481	228.749	2,632.823
Walking Time	229.430	177.168	152.234	354.912	913.744
Lying Time	1,353.379	652.095	36.753	1,803.816	3,846.043
Standing Time	1,176.253	866.468	882.643	1,091.282	4,016.646
Drinking Time	210.472	95.852	104.529	108.445	519.298

Table 4.15 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 13

Behavior Day 13	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	197.905	941.897	921.233	146.418	2,207.453
Walking Time	160.746	186.764	199.300	317.921	864.731
Lying Time	1,812.448	486.958	27.038	1,477.995	3,804.438
Standing Time	995.631	1,011.946	979.677	926.974	3,914.228
Drinking Time	156.794	62.261	85.611	95.503	400.168

Table 4.16 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 14

Behavior Day 14	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	357.324	965.422	907.286	278.713	2,508.745
Walking Time	249.719	339.803	221.943	234.934	1,046.400
Lying Time	1,495.202	559.434	46.898	1,409.954	3,511.488
Standing Time	975.201	899.029	951.097	1,141.118	3,966.444
Drinking Time	137.510	164.245	89.296	117.645	508.696

Table 4.17 Collection of Dairy Cow Behavior Data on Day 15

Behavior Day 15	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	186.474	1,052.896	1,029.728	84.386	2,353.484
Walking Time	141.003	245.944	182.234	206.498	775.679
Lying Time	1,754.926	288.589	63.798	1,578.803	3,686.115
Standing Time	688.285	901.193	704.059	663.114	2,956.652
Drinking Time	93.174	56.990	58.287	52.891	261.342

Table 4.18 Collection of Dairy Cow Behavior Data for a Total of 15 Days

Behavior of 15 days	High light (minute)	Normal light (minute)	Low light (minute)	Night time (minute)	All time (minute)
Eating Time	4,784.954	14,432.975	14,396.088	4,090.837	37,704.854
Walking Time	2,918.424	3,737.052	3,110.294	5,740.549	15,506.319
Lying Time	24,839.163	8,433.359	770.608	24,029.036	58,072.165
Standing Time	15,989.128	14,421.637	14,217.373	18,391.204	63,019.341
Drinking Time	2,153.919	1,751.619	1,188.624	1,343.788	6,437.950

4.2.2 Determination of Statistical Values of Dairy Cow Behavior Within the Farm Over a 15-Day Period

4.2.2.1 Based on the descriptive statistical analysis of dairy cow behavior over a 15-day period, it was found that eating behavior exhibited a clear and consistent pattern, with the highest averages occurring during the Low light period at 959.739 ± 75.134 minutes and the Normal light period at 962.198 ± 91.243 minutes. The relatively low standard deviation (SD) values during these two lighting periods reflect the eating behavior adhering to the normal cyclical periods. Conversely, during nighttime, the lowest average eating time was observed at 272.722 minutes, but it exhibited a high SD of 125.138 minutes, indicating higher individual variance during the nighttime period. Furthermore, the median values being close to the mean values across all behavioral periods indicates a data distribution that serves as a baseline for constructing statistical models to detect behavioral abnormalities.

4.2.2.2 In the context of diagnosing Anaplasmosis, the Mean and SD data of eating behavior during peak activity periods are utilized as crucial variables in detecting abnormalities, particularly the condition of anorexia, which is a significant clinical indicator of this disease. If the average eating duration of an individual cow during the Low or Normal light periods decreases below the defined standard deviation threshold, it is considered an early warning sign of illness. Additionally, a combined analysis with lying behavior, which exhibited the highest average during nighttime at $1,601.936 \pm 326.499$ minutes, enhances the accuracy of disease identification, because infected dairy cows also exhibit lethargic behavior. Utilizing detailed statistical values across each lighting condition thus helps minimize errors in differentiating between natural variance and disease pathology. This makes the Classification system utilizing Image processing and Deep learning in this research more accurate in analyzing the probability of dairy cows exhibiting illness or abnormalities, as shown in Table 4.19 to 4.20.

Table 4.19 Descriptive Statistics of he Investigated Traits Unit Minutes/Herd

Behavior studied	Mean (minute)	SD (minute)	Min (minute)	Max (minute)	Median (minute)
Eating Time (High light)	318.997	106.245	131.608	526.757	299.942
Walking Time (High light)	194.562	47.495	137.325	291.338	202.052
Lying Time (High light)	1,655.944	269.655	1,223.877	2,129.718	1,627.694
Standing Time (High light)	1,065.942	228.617	688.285	1,514.344	1,034.341
Drinking Time (High light)	143.595	34.685	93.174	214.508	137.510
Eating Time (Normal light)	962.198	91.243	728.579	1,098.431	985.355
Walking Time (Normal light)	249.137	55.799	177.168	339.803	243.333
Lying Time (Normal light)	562.224	164.788	272.498	894.404	559.434
Standing Time (Normal light)	961.442	119.154	793.183	1,216.067	916.893
Drinking Time (Normal light)	116.775	31.112	56.990	165.406	119.771
Eating Time (Low light)	959.739	75.134	773.902	1,072.481	970.392
Walking Time (Low light)	207.353	44.712	121.598	275.432	221.835
Lying Time (Low light)	51.374	17.572	17.410	81.331	51.015
Standing Time (Low light)	947.825	121.166	704.059	1,157.024	951.097
Drinking Time (Low light)	79.242	18.308	54.724	111.670	74.136
Eating Time (Night time)	272.722	125.138	84.386	544.410	278.713
Walking Time (Night time)	382.703	124.715	206.498	669.324	364.358
Lying Time (Night time)	1,601.936	326.499	1,043.544	2,358.031	1,578.803
Standing Time (Night time)	1,226.080	338.280	663.114	2,067.984	1,191.153
Drinking Time (Night time)	89.586	27.257	49.413	135.936	95.503
Eating Time (All light)	2,513.657	206.679	2,118.926	2,880.592	2,508.745
Walking Time (All light)	1,033.755	151.442	775.679	1,279.700	1,046.400
Lying Time (All light)	3,871.478	497.767	3,222.841	5,025.690	3,832.902
Standing Time (All light)	4,201.289	563.737	2,956.652	5,129.556	4,073.595
Drinking Time (All light)	429.197	79.253	261.342	564.313	416.047

Table 4.20 Comparison of Daily Behavioral Durations of Dairy Cows Across Different Light Condition

Behavior (minutes/day)	High Light (Mean ± SD)	Normal Light (Mean ± SD)	Low Light (Mean ± SD)	Night Time (Mean ± SD)	F-statistic	P-value
Eating Time	318.997 ± 106.245	962.198 ± 91.243	959.739 ± 75.134	272.722 ± 125.138	216.747	< 0.001 ***
Walking Time	194.562 ± 47.495	249.137 ± 55.799	207.353 ± 44.712	382.703 ± 124.715	19.386	< 0.001 ***
Lying Time	1,655.944 ± 269.655	562.224 ± 164.788	51.374 ± 17.572	1,601.936 ± 326.499	181.836	< 0.001 ***
Standing Time	1,065.942 ± 228.617	961.442 ± 119.154	947.825 ± 121.166	1,226.080 ± 338.280	5.066	0.004 **
Drinking Time	143.595 ± 34.685	116.775 ± 31.112	79.242 ± 18.308	89.586 ± 27.257	15.439	< 0.001 ***

4.3 Monitoring of Dairy Cow Behavior During Milking Cows That Stand Too Long Relative to Eating, or Eat Less or More Slowly, This Information Can be Alert to the Farm Owner

Based on the application of the YOLOv8n model to analyze behavior during milking, milking stations were designated and divided into Focus 1 and Focus 2 to enable the differentiation of behaviors during the milking process. This was defined by restricting the model to perform detection exclusively within these focused areas. Specifically, Focus 1 is located on the left side with the video focus coordinates at 0.39, 0.57, 0.16, and 0.48, and Focus 2 is located on the right side with the video focus coordinates at 0.57, 0.56, 0.16, and 0.48, defined by the Region of Interest (ROI) boundaries (Normalized 0.0 - 1.0), as shown in Figures 4.7 to 4.8.

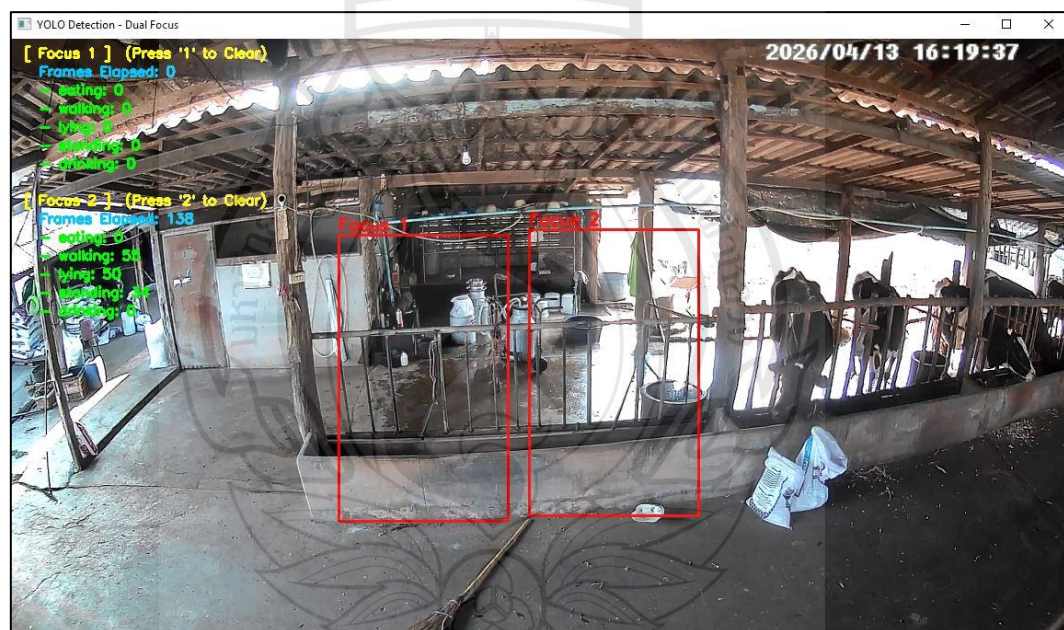


Figure 4.7 Designation of Focus 1 and 2 for Analyzing Dairy Cow Behavior During Milking

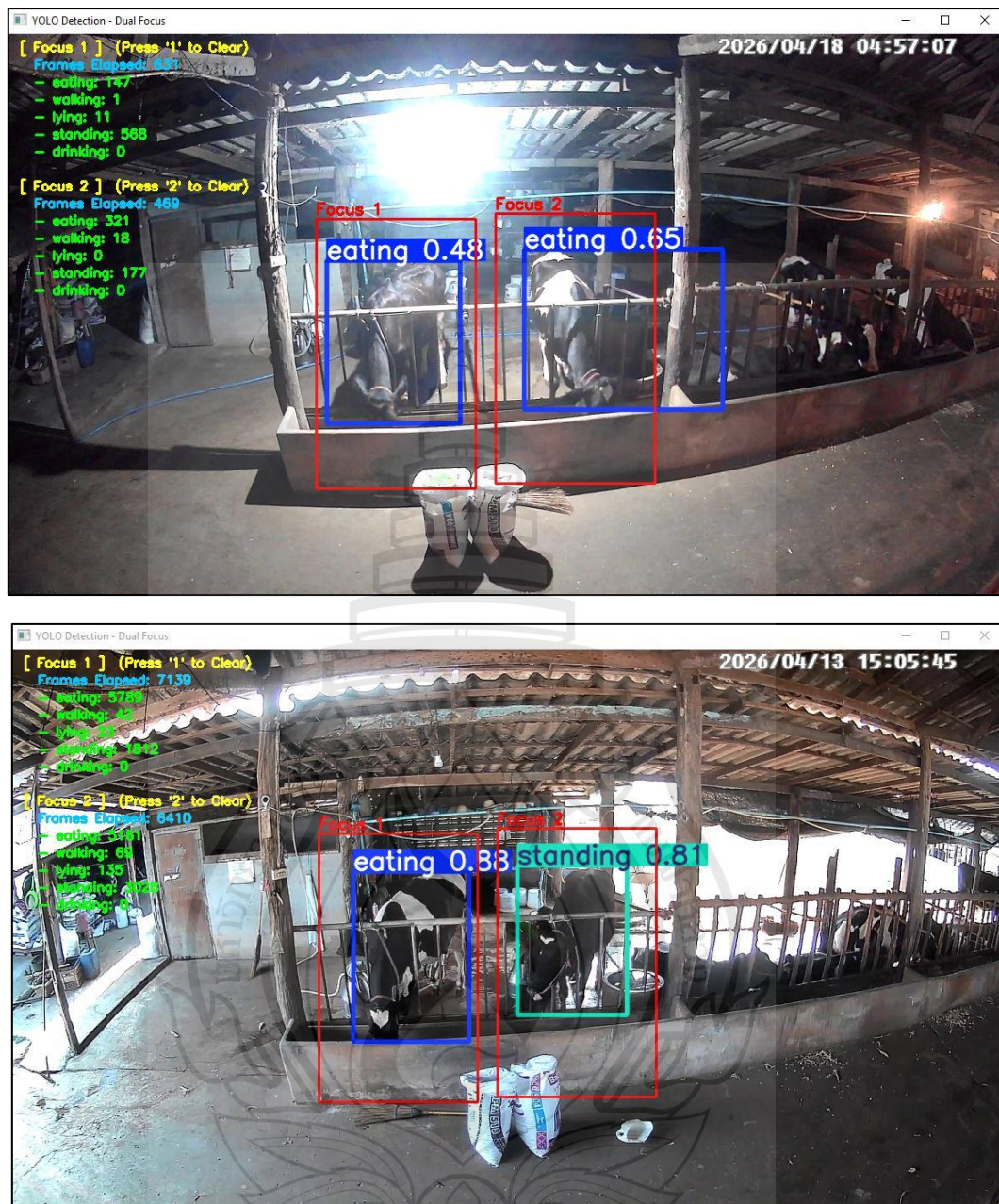


Figure 4.8 Analysis of Dairy Cow Behavior During Morning Milking

4.3.1 Data Collection for Behavior Analysis During Milking

Based on the application of the model to analyze behavior during milking, dairy cows could be analyzed individually. The analysis was divided into two periods: morning and evening. The number of frames in which each behavior was detected was converted into minutes using Equation (2.9). From the experiment utilizing the model,

the behavioral values of the two periods demonstrated distinct differences, as shown in Tables 4.21

Table 4.21 Monitoring of Dairy Cow Behavior During Morning Milking

Morning		Focus	Station Time (minute)	Eating Time (minute)	Standing Time (minute)
2026/04/14_05:03:42	No. 1	1	9.118	1.677	8.152
2026/04/14_05:03:50	No. 2	2	9.184	4.734	5.371
2026/04/14_05:13:41	No. 3	1	15.061	10.373	57.497
2026/04/14_05:18:55	No. 4	2	15.937	8.204	11.747
2026/04/14_05:29:20	No. 5	1	10.558	0.621	10.284
2026/04/14_05:35:32	No. 6	2	4.942	3.267	23.706
2026/04/14_05:41:24	No. 7	1	10.366	5.388	6.623
2026/04/14_05:47:08	No. 8	2	11.733	5.294	8.820
2026/04/14_05:52:21	No. 9	1	13.653	5.588	10.092
2026/04/14_06:01:09	No. 10	2	14.956	1.153	15.720
2026/04/14_06:06:47	No. 11	1	14.501	5.260	12.654
2026/04/18_04:56:32	No. 12	1	20.101	0.890	19.682
2026/04/18_04:56:39	No. 13	2	16.591	8.019	7.921
2026/04/18_05:18:20	No. 14	1	8.918	0.328	8.788
2026/04/18_05:23:56	No. 15	2	15.383	3.788	15.417
2026/04/18_05:28:45	No. 16	1	16.959	0.173	16.755
2026/04/18_05:41:06	No. 17	2	10.354	5.878	5.188
2026/04/18_05:48:23	No. 18	1	12.208	4.326	10.018
2026/04/18_05:54:22	No. 19	2	14.508	1.011	14.180
2026/04/18_06:01:10	No. 20	1	14.844	1.862	19.576
2026/04/18_06:09:28	No. 21	2	17.121	5.740	18.713
2026/04/18_06:16:25	No. 22	1	13.117	8.562	20.297
2026/04/13_15:00:27	No. 1	1	11.506	10.598	9.688
2026/04/13_15:00:32	No. 2	2	17.001	10.333	12.032
2026/04/13_15:12:16	No. 3	1	11.409	8.561	11.775
2026/04/13_15:17:56	No. 4	2	14.384	12.453	2.650
2026/04/13_15:23:55	No. 5	1	13.918	11.613	9.800
2026/04/13_15:32:50	No. 6	2	11.370	7.483	5.818
2026/04/13_15:38:49	No. 7	1	12.571	11.653	19.553
2026/04/13_15:44:40	No. 8	2	13.308	10.884	3.132
2026/04/13_15:51:45	No. 9	1	15.536	8.970	24.750
2026/04/13_15:58:48	No. 10	2	14.658	10.743	5.318

Table 4.21 (continued)

Morning		Focus	Station Time (minute)	Eating Time (minute)	Standing Time (minute)
2026/04/13_16:07:47	No. 11	1	11.658	9.931	12.623
2026/04/23_14:51:50	No. 12	1	10.214	8.164	7.629
2026/04/23_14:51:55	No. 13	1	14.438	8.233	12.465
2026/04/23_15:02:25	No. 14	2	9.041	7.980	7.416
2026/04/23_15:07:00	No. 15	1	9.038	8.586	1.885
2026/04/23_15:11:40	No. 16	2	11.117	9.271	11.043
2026/04/23_15:16:50	No. 17	1	15.786	9.727	7.610
2026/04/23_15:23:05	No. 18	2	14.606	65.852	21.460
2026/04/23_15:33:08	No. 19	1	10.359	7.758	3.762
2026/04/23_15:38:00	No. 20	2	11.091	5.977	17.713
2026/04/23_15:44:05	No. 21	1	15.813	10.888	7.396
2026/04/23_15:51:02	No.22	2	14.333	8.633	14.090

4.3.2 Determination of Statistical Values of Dairy Cow Behavior Within the Farm During Milking

Based on the descriptive statistical analysis of dairy cow behavior during milking (22 times in the morning and 22 times in the evening), it was found that the behaviors exhibited clearly different statistical values. This was due to two factors: the lighting conditions during that period, and the farm lights turned on in the early morning, which caused interference resulting in experimental errors. The average Eating Time during the morning period was 4.188 minutes, and the evening period was 12.013 minutes. Furthermore, the average Standing Time in the morning was 14.873 minutes, and the evening period was 10.437 minutes, as shown in Table 4.22.

Table 4.22 Descriptive Statistics of the Investigated Traits During Milking (Minutes/Cow)

Behavior studied during milking	Mean (minute)	SD (minute)	Min (minute)	Max (minute)	Median (minute)
Eating Time (Morning)	4.188	2.978	0.173	10.373	4.530
Standing Time (Morning)	14.873	10.891	5.188	57.497	12.200
Station Time (Morning)	13.187	3.514	4.942	20.101	14.077
Eating Time (Evening)	12.013	12.130	5.977	65.852	9.499
Standing Time (Evening)	10.437	6.187	1.885	24.750	9.744
Station Time (Evening)	12.871	2.314	9.038	17.001	12.940



CHAPTER 5

CONCLUSION

This study on “Image Processing and Deep Learning for Dairy Cow Monitoring” was conducted in accordance with the defined scope and objectives of the research. Experiments were carried out, and challenges, limitations, as well as recommendations were identified throughout the course of the thesis.

5.1 Summary of Experimental Results

5.2 Challenges and Limitations

5.3 Recommendations

5.1 Conclusion of the Experiment

Based on the research work “Image Processing and Deep Learning for Dairy Cow Monitoring,” adhering to the research scope and objectives allowed the developer to study and learn the research design process, leading to a comprehensive understanding and the discovery of various problems during the research execution. Because the researcher independently designed and tested the research, they acquired an in-depth understanding of each step of the research process. This research presents “Image Processing and Deep Learning for Dairy Cow Monitoring” by utilizing image data analysis techniques and processes, employing Deep Learning Object Detection to monitor behavior. A Frame Sampling method was applied every 100 frames to reduce the amount of data for dataset creation, utilizing a total of 12,848 images to train various versions of the YOLO model to obtain the most efficient model optimally suited for this dataset. The mAP50-95 metric was compared across five YOLO-based models. YOLOv8n achieved the highest performance owing to its 3.2M parameters, which exceed those of the other versions, yielding Precision 74.85%, Recall 78.74%, mAP@0.5 78.37%, and mAP50-95 49.18%. The classes with relatively lower performance were Walking and Drinking, as their image counts were fewer than those

of the other classes due to dataset imbalance, since the dairy cows within the farm had limited space for walking.

From the study of dairy cow behavior using a monitoring system employing YOLOv8n over a period of 15 days under 4 different lighting conditions, the results of the One-way Analysis of Variance (One-way ANOVA) revealed highly significant differences in all measured behaviors ($p < 0.001$). The most prominent relationship was found in eating behavior ($F = 216.747$), which clearly varied according to light intensity. Eating behavior reached its peak duration during normal light conditions at 962.198 ± 91.243 minutes per day and low light conditions at 959.739 ± 75.134 minutes per day, respectively. These two lighting periods collectively accounted for 76.45% of the total eating activities in a daily cycle. The low standard deviation (SD) reflects clear behavioral patterns and a consistent regular cycle. Conversely, lying behavior exhibited a distinct trend during nighttime, with a maximum average of $1,601.936 \pm 326.499$ minutes per day, demonstrating a clear transition between active periods and resting periods. These baseline data illustrate a behavioral balance that is a crucial component in identifying abnormal conditions, as changes in health status often induce reduced appetite and lethargy in dairy cows. This is reflected through a decrease in Eating Time and an increase in Lying Time during what should be normal active periods. Therefore, the numerical Mean and SD data were utilized as Key features. Furthermore, not only was the herd's behavior analyzed, but the model was also applied to analyze the behavior of individual dairy cows during milking (22 times in the morning and 22 times in the evening). It was found that the statistical values differed distinctly; during the morning, dairy cows had a significantly lower average Eating Time compared to the evening, which was 4.188 minutes versus 12.013 minutes. In contrast, the average Standing Time in the morning was higher than in the evening, which was 14.873 minutes versus 10.437 minutes. These statistical differences occurred due to two main factors: natural lighting conditions during each period, and the turning on of farm lights in the early morning, which caused interference resulting in discrepancies between the dairy cow behavior analysis results and reality.

Although all dairy cows were in perfect health throughout the 15-day experimental period, the collected data serves as a Behavioral Baseline and establishes a reliable Normal Operating Range derived from the experiment. This established norm

is highly critical for the Anomaly Detection process. If the system detects a significant deviation from these averages (Mean $\pm$ SD), particularly a sudden decrease in eating duration, it can be statistically identified as an Anomaly. For this reason, this research demonstrates that data from object detection can be applied to provide farmers with early alerts of changes in cow behavior, both at the herd level and during the milking process, before the behavioral changes become more severe and potentially lead to further losses.

5.2 Challenges and Limitations

Several challenges were encountered throughout the study. The use of new tools and frameworks required a steep learning curve for the researcher. Additionally, existing online datasets were insufficient for the research objectives. Consequently, a custom offline dataset was developed to ensure diversity and better alignment with real-world application scenarios, enhancing the model's generalizability across different farm environments.

5.3 Recommendations

5.3.1 Animal Identification for Real-Time Tracking To implement real-time tracking and alerting systems, it is essential to integrate cattle identification mechanisms such as facial recognition or RFID. These methods would enable the system to track individual cattle behaviors (e.g., chewing, movement) and generate personalized alerts in the case of anomalies, even when multiple animals are present in the input frame.

5.3.2 System Integration with IoT and Database It is recommended to develop a database-backed system and deploy the trained models on IoT devices. This would facilitate seamless installation on farms and support overall monitoring and analytics for livestock health and behavior.

5.3.3 Data Expansion for Enhanced Model Performance To improve model robustness and accuracy, future work should focus on expanding the dataset through

continuous data collection. The lower performance observed in certain classes, such as Walking and Drinking, was attributed to dataset imbalance, where these classes had fewer images compared to others. Future data collection should therefore aim to balance the number of images across all classes as closely as possible, which would help improve overall model performance. A larger and more diverse dataset would enable further model training and refinement, leading to improved prediction performance in varied environments.

5.3.4 To enhance the model's performance, the training phase should specifically account for the milking process to ensure robustness against morning artificial lighting conditions.



REFERENCES

- Alvarez, J. A., Rojas, C., & Figueroa, J. V. (2019). Diagnostic tools for the identification of *Babesia* sp. in persistently infected cattle. *Pathogens*, 8(3), 143. <https://doi.org/10.3390/pathogens8030143>
- Antanaitis, R., Džermeikaitė, K., Krištolaitytė, J., Arlauskaitė, S., Girdauskaitė, A., Tolkačiovaitė, K., . . . Baumgartner, W. (2025). Utilizing noseband sensor technology to evaluate rumination time as a predictor of feeding and locomotion behaviors in dairy cows. *Agriculture*, 15(3), 296. <https://doi.org/10.3390/agriculture15030296>
- Antanaitis, R., Džermeikaitė, K., Krištolaitytė, J., Girdauskaitė, A., Arlauskaitė, S., Tolkačiovaitė, K., . . . Baumgartner, W. (2024). The relation between milk lactose concentration and the rumination, feeding, and locomotion behavior of early-lactation dairy cows. *Animals*, 14(6), 836. <https://doi.org/10.3390/ani14060836>.
- Antanaitis, R., Džermeikaitė, K., Krištolaitytė, J., Ribelytė, I., Bepalovaitė, A., Bulvičiūtė, D., . . . Rutkauskas, A. (2024). Alterations in rumination, eating, drinking and locomotion behavior in dairy cows affected by subclinical ketosis and subclinical acidosis. *Animals*, 14(3), 384. <https://doi.org/10.3390/ani14030384>
- Arnuphappasert, A., Nugraheni, Y. R., Aung, A., Asada, M., & Kaewthamasorn, M. (2023). Detection of *Babesia bovis* using loop-mediated isothermal amplification (LAMP) with improved thermostability, sensitivity and alternative visualization methods. *Scientific Reports*, 13(1), 1838. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29066-1>
- Cho, I., Yoo, S., Jung, D. J. S., Lee, J., Baek, S.-H., Kim, S. Y., . . . Baik, M. (2024). Effects of lidocaine-plus-meloxicam treatment on behavioral and physiological changes, and leukocyte heat shock protein 90 gene expression after surgical castration in Hanwoo bulls. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1465844. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1465844>

- Department of Livestock Development. (2024, August). *Sathanakan kan phalit kan talat lae naeonom sinkha pasusat thi samkhan pracham duean singhakhom 2567 [Situation of production, marketing, and trends of important livestock products, August 2024]*. <https://www.dld.go.th/webnew/>
- Fogsgaard, K. K., Bennedsgaard, T. W., & Herskin, M. S. (2015). Behavioral changes in freestall-housed dairy cows with naturally occurring clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1730-1738. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8347>
- Fuentes, A., Yoon, S., Park, J., & Park, D. S. (2020). Deep learning-based hierarchical cattle behavior recognition with spatio-temporal information. *Computers and Electronics in Agriculture*, 177, 105627. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105627>
- Gao, G., Wang, C., Wang, J., Lv, Y., Li, Q., Ma, Y., . . . Chen, G. (2023). CNN-Bi-LSTM: A complex environment-oriented cattle behavior classification network based on the fusion of CNN and Bi-LSTM. *Sensors*, 23(18), 7714. <https://doi.org/10.3390/s23187714>
- Hidayatullah, P., Syakrani, N., Sholahuddin, M. R., Gelar, T., & Tubagus, R. (2025). *YOLOv8 to YOLO11: A comprehensive architecture in-depth comparative review. Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 10(2), 341-354. <https://doi.org/10.29207/resti.v10i2.6598>
- Jocher, G., & Qiu, J. (2024). *Ultralytics YOLO11 (Version 11.0.0)* [Computer software]. Ultralytics. <https://docs.ultralytics.com/models/yolov11/>
- Jocher, G., Chaurasia, A., & Qiu, J. (2023). *Ultralytics YOLOv8 (Version 8.0.0)* [Software]. Ultralytics. <https://docs.ultralytics.com/models/yolov8#overview>
- Kamel, M. S., Davidson, J. L., & Verma, M. S. (2024). Strategies for Bovine Respiratory Disease (BRD) diagnosis and prognosis: A comprehensive overview. *Animals*, 14, 627. <https://doi.org/10.3390/ani14040627>
- Ledoux, D., Veissier, I., Meunier, B., Gelin, V., Richard, C., Kiefer, H., . . . de Boyer des Roches, A. (2023). Combining accelerometers and direct visual observations to detect sickness and pain in cows of different ages submitted to systemic inflammation. *Scientific Reports*, 13, 1977. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27884-x>

- Li, G., Shi, G., & Zhu, C. (2024). Dynamic serpentine convolution with attention mechanism enhancement for beef cattle behavior recognition. *Animals*, 14(3), 466. <https://doi.org/10.3390/ani14030466>
- Li, J., Liu, Y., Zheng, W., Chen, X., Ma, Y., & Guo, L. (2024). Monitoring cattle ruminating behavior based on an improved keypoint detection model. *Animals*, 14(12), 1791. <https://doi.org/10.3390/ani14121791>
- Li, T., Jiang, B., Wu, D., Yin, X., & Song, H. (2019). Tracking multiple target cows' ruminant mouth areas using optical flow and inter-frame difference methods. *IEEE Access*, 7, 185520–185531. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2961515>
- Liang, Q., Zhang, S., Liu, Z., Wang, J., Yin, H., Guan, G., . . . You, C. (2024). Comparative genome-wide identification and characterization of SET domain-containing and JmjC domain-containing proteins in piroplasms. *BMC Genomics*, 25(1), 804. <https://doi.org/10.1186/s12864-024-10731-2>
- Lomb, J. C. (2019). *Using behaviour to identify sickness and to evaluate treatment in ill transition dairy cows* (Doctoral dissertation). The University of British Columbia.
- Marzano, A., Correddu, F., Lunesu, M. F., Zgheib, E., Nudda, A., & Pulina, G. (2024). Behaviour indicators of animal welfare in purebred and crossbred yearling beef reared in optimal environmental conditions. *Animals*, 14(5), 712. <https://doi.org/10.3390/ani14050712>
- Neave, H. W., Edwards, J. P., Thoday, H., Saunders, K., Zobel, G., & Webster, J. R. (2021). Do walking distance and time away from the paddock influence daily behaviour patterns and milk yield of grazing dairy cows?. *Animals*, 11(10), 2903. <https://doi.org/10.3390/ani11102903>
- On-khlai, N., & Nadi, S. (2022). *A study on the development direction of the dairy industry in Thailand*. Department of Livestock Development.
- Pakinamhang, K., & Manoosamrith, W. (2025). *Thai beef cattle in the transition era: How to adapt to be competitive*. Thailand Development Research Institute.
- Pupphavesa, W., Chaisrisawatsuk, S., Pakinamhang, K., & Manoosamrit, W. (2025, September). *Thai dairy cattle and milk products: Potential and challenges*. Thailand Development Research Institute.

- Raniolo, S., Ceppatelli, A., Berton, M., Amalfitano, N., Sturaro, E., & Ramanzin, M. (2024). Suitability of a commercial low-cost biologging system for monitoring movement, behaviour and heart rate of grazing dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*, 23(1), 1797-1811.
<https://doi.org/10.1080/1828051X.2024.2434067>
- Santos, J. H. M., Siddle, H. V., Raza, A., Stanisic, D. I., Good, M. F., & Tabor, A. E. (2023). Exploring the landscape of *Babesia bovis* vaccines: Progress, challenges, and opportunities. *Parasites & Vectors*, 16, 274.
<https://doi.org/10.1186/s13071-023-05885-z>
- Shahab, H., Iqbal, M., Sohaib, A., ur Rehman, A., Bermak, A., & Munir, K. (2024). Design and implementation of an IoT-based monitoring system for early detection of lumpy skin disease in cattle. *Smart Agricultural Technology*, 9, 100609. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100609>
- Shakeel, P. M., Aboobaider, B. b. M., & Salahuddin, L. B. (2022). A deep learning-based cow behavior recognition scheme for improving cattle behavior modeling in smart farming. *Internet of Things*, 19, 100539.
<https://doi.org/10.1016/j.iot.2022.100539>
- The PLOS ONE Staff. (2019). Correction: Molecular epidemiology and risk factors of *Anaplasma* spp., *Babesia* spp. and *Theileria* spp. infection in cattle in Chongqing, China. *PLOS ONE*, 14(8), e0221359.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221359>
- Wang, N., Li, X., Shang, S., Yun, Y., Liu, Z., & Lyu, D. (2024). Monitoring dairy cow rumination behavior based on upper and lower jaw tracking. *Agriculture*, 14(11), 2006. <https://doi.org/10.3390/agriculture14112006>
- Zapa, D. M. B., de Aquino, L. M., Couto, L. F. M., Heller, L. M., de Moraes, I. M. L., Salvador, V. F., . . . Lopes, W. D. Z. (2024). Enzootic stability of tick fever in Holstein calves grazing in a tropical region, subjected to strategic cattle tick control with fluralaner. *Parasites & Vectors*, 17(1), 120.
<https://doi.org/10.1186/s13071-024-06212-w>

APPENDIX A

DATA RECORDING FORMS

Table A1 Performance Comparison of Object Detection

Network Model	P/%	R/%	mAP@0.5/%	mAP50-95(B)%	F1/%
YOLOv8n					
YOLOv8n + WIoU v3					
Loss + SimAM					
Attention + ECA					
YOLO11n					
YOLO12n					
YOLO26n					

Table A2 Class Counting for Each Light-Period Time, Min/Hard-Level

Behaviors studied (Trait) Day 1	High light	Normal light	Low light	Night time	All time
Eating Time					
Walking Time					
Lying Time					
Standing Time					
Drinking Time					

Table A3 Descriptive Statistics of the Investigated Traits Unit Min/Herd-Level

Behavior studied	Mean	SD	Min	Max	Median
Eating Time (High light)					
Walking Time (High light)					
Lying Time (High light)					
Standing Time (High light)					
Drinking Time (High light)					
Eating Time (Normal light)					
Walking Time (Normal light)					

Table A3 (continued)

Behavior studied	Mean	SD	Min	Max	Median
Lying Time (Normal light)					
Standing Time (Normal light)					
Drinking Time (Normal light)					
Eating Time (Low light)					
Walking Time (Low light)					
Lying Time (Low light)					
Standing Time (Low light)					
Drinking Time (Low light)					
Eating Time (Night light)					
Walking Time (Night light)					
Lying Time (Night light)					
Standing Time (Night light)					
Drinking Time (Night light)					
Eating Time (All light)					
Walking Time (All light)					
Lying Time (All light)					
Standing Time (All light)					
Drinking Time (All light)					

Table A4 Monitoring of Dairy Cow Behavior During Milking

Morning / Evening	Focus	Station Time (minute)	Eating Time (minute)	Standing Time (minute)
datetime	No.1			
datetime	No.2			
datetime	No.n			

Table A5 Descriptive Statistics of the Investigated Traits During Milking (Minutes/Cow)

Behavior studied during milking	Mean (minute)	SD (minute)	Min (minute)	Max (minute)	Median (minute)
Eating Time (Morning)					
Standing Time (Morning)					
Station Time (Morning)					
Eating Time (Evening)					
Standing Time (Evening)					
Station Time (Evening)					



APPENDIX B

APPLICATION FOR APPROVAL TO USE ANIMALS IN RESEARCH

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณาจริยบรรณสัตว์เพื่อใช้งานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่อใช้งานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :

1. ชื่อ Name ☒ โครงการ / Project ☐ ชุดโครงการ / Project series ☐ งานทดสอบ / Test

(ภาษาไทย) Project title in Thai : การประมวลผลภาพและการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อการติดตามพฤติกรรมวัว

(ภาษาอังกฤษ) Project title in English : IMAGE PROCESSING AND DEEP LEARNING FOR DAIRY COW MONITORING

กรณีเป็นชุดโครงการ โปรดระบุชื่อโครงการ The project is a follow up project

(ภาษาไทย) Project title in Thai :

(ภาษาอังกฤษ) Project title in English :

2. หัวหน้าโครงการ/ชุดโครงการ/งานทดสอบ Project leader

ชื่อ-นามสกุล (Name-Surname) : นายจตุรนต์ นิยมรัตน์ สำนักวิชา (School of): เทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์

E-mail 6751501006@lamduan.mfu.ac.th หมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cell phone number): 061 563 5979

หมายเลขโทรศัพท์ ที่ทำงาน (Work phone number): หมายเลขโทรสาร (Fax) :

ประสบการณ์การใช้สัตว์ (Previous experience working with animals)

☐ มี yes ปี years (นับเฉพาะระยะเวลาที่มีการใช้สัตว์ (only count the time during which animals were handled)) ระบุเหตุการณ์ที่เคยปฏิบัติต่อสัตว์ (Describe procedures used on the animals).....

☒ ไม่มี No

เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ (Number of animal license) U1-12703-2569 ประเภท (Type of license).....

ออกให้เมื่อวันที่ (issue date) 9 มีนาคม 2569 หมดอายุวันที่ (expiry date) 8 มีนาคม 2573

3. อาจารย์ผู้ร่วมวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการนี้ (There is the researcher in this project)

☒ มี ได้แก่ (ระบุชื่อ-นามสกุล) Yes, specify name and surname ☐ ไม่มี No

หากมีกรุณาระบุชื่ออาจารย์ผู้ร่วมวิจัย (Specify the scientist's name and surname who participate in this lab protocol)

ชื่อ-นามสกุล (Name-Surname) : รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ ชัยศรีเจริญ

สำนักวิชา (School of): เทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์

เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ (Number of animal license) ประเภท (Type of license).....

ออกให้เมื่อวันที่ (issue date) หมดอายุวันที่ (expiry date)

ชื่อ-นามสกุล (Name-Surname) : สำนักวิชา (School of):

เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ (Number of animal license)..... ประเภท (Type of license).....

ออกให้เมื่อวันที่ (issue date)..... หมดอายุวันที่ (expiry date)

ชื่อ-นามสกุล (Name-Surname) : สำนักวิชา (School of):

เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ (Number of animal license)..... ประเภท (Type of license).....

ออกให้เมื่อวันที่ (issue date)..... หมดอายุวันที่ (expiry date)

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณาขออนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :

4. ลักษณะโครงการ (Project details)

- ☒ วิจัย research ☐ ทดสอบ testing ☐ ผลิตภัณฑ์ชีววัตถุ biomaterials
☐ ผลิตสัตว์ animal production ☐ อื่น ๆ other (ระบุ specify).....

5. ระยะเวลาดำเนินการโครงการ Project duration 0 ปี years 5 เดือน months

ตั้งแต่ starting from 1 มกราคม 2569 สิ้นสุด to 31 พฤษภาคม 2569

ระยะเวลาที่ปฏิบัติกับสัตว์ Animal use duration

ตั้งแต่ starting from 1 เมษายน 2569 สิ้นสุด to 30 เมษายน 2569

6. สถานที่ดำเนินการ Project location

- ☐ ใช้สถานที่ภายใต้การกำกับดูแลของ คส. เลขที่สถานที่ดำเนินการ within the university under supervision of institutional animal care and use committee
☐ ใช้สถานที่อื่นที่มีเลขที่จดทะเบียน (use external registered location ระบุเลขที่ specify registration number).....
☒ ใช้สถานที่อื่น ไม่มีเลขที่จดทะเบียน (use location with no registration number) ระบุสถานที่ (specify location).....
 ฟาร์มโคนมของชาวบ้าน ตำบล หุ่นสะโตก อำเภอสันป่าตอง เชียงใหม่ 50120

7. รายละเอียดการทำปฏิบัติกับสัตว์ Details of animal use

7.1 สัตว์ที่ใช้ในโครงการ Animal details

ประเภท Type of animal	ชนิด Name of animal	สายพันธุ์ Breed/Strain of animal	จำนวน (ตัว) No. of animals	เพศ Sex	ผู้จำหน่าย/ผลิต Supplier/Breeder
สัตว์ทดลอง (Animal for experimental use)					
สัตว์เลี้ยง (Pet)	สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (โคนม)	โฮลส์เตน ฟรีเซียน และลูกผสมระหว่างโฮลส์เตนกับราห์มัน	40	เพศเมีย	โคในฟาร์มของชาวบ้าน
สัตว์จากธรรมชาติ (Animals from nature/wildlife)					

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณาจรรยาบรรณสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :

7.2 ระบบการเลี้ยงสัตว์ (Animal husbandry system) วิธีเลี้ยงแบบดั้งเดิม (Conventional)

7.3 แสดงวิธีการคำนวณจำนวนสัตว์ที่ใช้ในโครงการ/ชุดโครงการ/ทดสอบ (calculate sample size necessary for the project/project series/test) : โคมนในฟาร์มมีทั้งหมด 40 ตัว จะเป็นการนำกล้องไปถ่ายคลิบวิดีโอ ให้เห็นพฤติกรรมของโคมนภายในฟาร์ม และ ถ่ายคลิบวิดีโอขณะที่มีการรีดน้ำนม โดยตั้งกล้องมุมสูงจากพื้น 4 เมตร ไม่มีสิ่งกีดขวางทางเดินของโคมนภายในฟาร์ม โดยให้การจ่ายไฟจาก powerbank ให้กับกล้องที่ใช้ถ่ายคลิบวิดีโอ

7.4 วิธีการขนส่งสัตว์ ในกรณีที่มีการขนส่งมาจากภายนอกมหาวิทยาลัย (กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง สามารถทำเครื่องหมายได้มากกว่า 1 ช่อง) (Details of transportation of animals into the university)

- ☐ มีการควบคุมอุณหภูมิ (Temperature control)
- ☐ มีการระบายอากาศเพียงพอ (Ventilation)
- ☐ มีการป้องกันการติดเชื้อ (Measures against infection)
- ☐ ภาชนะบรรจุสัตว์มั่นคงแข็งแรง (Provision of sturdy transportation container)
- ☐ มีพื้นที่ของกรงขนส่งเพียงพอ (Area of transportation container is sufficient) (โปรดระบุขนาดพื้นที่ Specify area size and number of animals per container)

☒ ระยะเวลาถึงจุดหมายปลายทาง (โปรดระบุ) (Length of transportation time) การเก็บภาพถ่าย/วิดีโอ จำนวน 16 วัน

7.5 วิธีการและสถานที่เลี้ยง/พัก สัตวก่อนนำมาใช้ (Housing and feeding details of animals before use)

(ระบุอุณหภูมิ อัตราแสงสว่าง ความชื้น ชนิดอาหาร น้ำดื่ม วัสดุรองนอน) (Specify temperature, light intensity, humidity, type of food, type of drinking water, bedding)

ไม่ได้มีการปรับพื้นที่การอยู่อาศัยของสัตว์ เพียงแต่ไปติดกล้อง เพื่อถ่ายภาพ/วิดีโอ พฤติกรรมของโคมนโคเนื้อ โดยมีการติดสูงจากพื้น 4 เมตร และ มีการติดตั้งที่ใช้ระยะเวลาไม่นาน ไม่มีการเดินสายไฟ ใช้เพียงกล้อง และ แบตเตอรี่ที่สำรอง (power bank) ในการจ่ายไฟเท่านั้น

7.6 วิธีปฏิบัติกับสัตว์โดยละเอียด (โปรดอธิบายการทำหัตถการ สารเคมี/ชีววัตถุ ที่นำมาใช้กับสัตว์) (Preparation and treatment of animals) (Describe procedures that will be used on the animal and/or list any substances that will be applied on the animal)

ไม่มีการใช้ สารเคมี/ชีววัตถุ ไม่มีการแตะต้องตัวของสัตว์

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณาขออนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :

7.7 การทำปฏิบัติการกับสัตว์ (กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง สามารถทำเครื่องหมายได้มากกว่า 1 ช่อง)

☒ สัตว์ไม่ได้รับความเจ็บปวด (animals will not experience any pain)

☐ สัตว์เกิดความเจ็บปวดเพียงชั่วขณะ ไม่จำเป็นต้องให้ยาลดปวด (animals will experience a moment of pain, no need to provide pain medication)

☐ ให้ยาสลบสัตว์ (will use anesthesia)

☐ ให้ยาระงับปวดหรือยากล่อมประสาทแก่สัตว์ (animals will be provided with analgesics and/or sedatives)

☐ ไม่สามารถให้ยาสลบ ยาระงับปวดหรือยากล่อมประสาทแก่สัตว์ (animals will be provided with analgesics and/or sedatives)

7.8 วิธีการการุณยฆาต (Method of euthanasia)

ไม่มีการุณยฆาต โคนม

7.9 วิธีกำจัดซากสัตว์ (Method of eliminate animal carcasses)

ไม่มีการุณยฆาต โคนม จึงไม่มีการกำจัดซากสัตว์

8. หลักจริยธรรมที่นำมาใช้กับสัตว์ในการวิจัย/ทดสอบ (Ethical principles pertaining to animal use in research projects/testing)

8.1 มีวิธีการอื่นที่อาจนำมาใช้แทนสัตว์ได้หรือไม่ โปรดระบุเหตุผลด้วยว่าทำไมจึงไม่ใช้วิธีการอื่นดังกล่าวมาใช้แทนสัตว์ (Are there any alternative methods/techniques that can be used instead of animals? Provide a reason why no alternatives can be used (Replacement)).

เนื่องจากงานวิจัยเป็นการศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนมภายในฟาร์ม จึงจำเป็นต้องมีการถ่ายคลิบวิดีโอโคนมภายในฟาร์ม

8.2 หากมีเหตุผลความจำเป็นที่จะต้องใช้สัตว์และไม่สามารถใช้วิธีการอื่นทดแทน ท่านมีวิธีการหรือแนวทางปฏิบัติในการลดจำนวนสัตว์ให้น้อยที่สุดได้อย่างไร (In the case where there is no alternative, explain how you will minimize the number of animals used as much as possible (Reduction)).

ไม่มีการสัมผัสกับโคนมภายในฟาร์มเป็นการตั้งกล้องวิดีโอถ่ายภายในฟาร์ม และไม่ได้ตั้งอยู่ในที่ ที่กีดขวางทางเดินของโคนมภายในฟาร์ม

8.3 ท่านมีวิธีในการปฏิบัติกับสัตว์อย่างไร เพื่อให้สัตว์มีความเจ็บปวดน้อยที่สุด (Explain how you will minimize suffering (Refinement))

มีการติดตั้งกล้องถ่ายคลิบวิดีโอให้รวดเร็วและไม่มีการใช้อุปกรณ์ที่มีผลกระทบต่อสัตว์

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณารายาบรรณสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :

9. ประโยชน์ต่อมนุษย์หรือสัตว์และผลประโยชน์ทางวิชาการที่คาดว่าจะได้รับ Potential benefit on animals, humans and expected academic benefit

การใช้ computer vision ช่วยเกษตรกรในการดูแลจัดการฟาร์มและช่วยการติดตามพฤติกรรมวัว

10. คำรับรองของอาจารย์/นักวิจัย (Instructor declaration)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าจะปฏิบัติต่อสัตว์ตรงตามวิธีการที่ได้ระบุไว้ข้างต้น ไม่ปล่อยปละละเลย ดูแลให้น้ำ อาหารในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ ควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เข้มงวดกวดขันในการป้องกันการติดเชื้อและการแพร่กระจายเชื้อ ตามมาตรฐานการปฏิบัติงานที่ได้กำหนดไว้ ขอรับรองว่าจะใช้สัตว์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยตระหนักถึงคุณค่าของชีวิตและศีลธรรมตามหลักศาสนา และข้าพเจ้ายินดีให้คณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์ทดลองเพื่องานทางวิทยาศาสตร์ติดตามและตรวจสอบได้ พร้อมกันนี้ ข้าพเจ้าได้แนบเอกสารมาด้วย ดังนี้

I certify that the animals will be treated in the manner described above. I declare that the animals will be given access to sufficient amount of water to meet their needs. The living environment of the animals will be strictly monitored and maintained in such a way as to prevent infection and spreading of infection should it happen. According to the ethical principles and religious morality, animal life is valuable, thus the utmost care will be taken to ensure use of as few animals as possible. I welcome the Committee for Supervision and Promotion of Procedures on Animals for Scientific Purposes to check in and monitor the process at any time. Please find attached the following documents accompanying the application:

- ☒ สำเนาใบอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ Copy of animal license (กรณีเป็นงานวิจัยของนักศึกษา ให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลักเป็นผู้ยื่น In case where the researcher is student, the principal advisor is the applicant)
- ☒ หลักฐานการสอบผ่านโครงงานวิจัย (กรณีเป็นงานวิจัยของนักศึกษา) In case where the researcher is student, provide proof that the student has passed the proposal examination
- ☒ ข้อเสนอโครงการวิจัย Research proposal (Proposal)
- ☐ เอกสารหรือหลักฐานอื่น ๆ ที่รับรองความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หรือสารที่ใช้กับสัตว์ (ถ้ามี) Other documents regarding safety of products and/or substances that will be used on animals, if applicable (specify)

ลงชื่อ Signature

(นายจตุรนต์ นิยะรัตน์)

หัวหน้าโครงการ/ชุดโครงการ/ทดสอบ

Project/project series/testing leader

วันที่ Date 18 / มี.ค. / 2569

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณาจริยบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :.....
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :.....

ส่วนของเจ้าหน้าที่ Office use only

ส่วนที่ 1 เจ้าหน้าที่ตรวจสอบและบันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว (officer has verified and recorded the information in the database system.)

ลงชื่อ (Signature)เจ้าหน้าที่ (Officer)

(.....)

วันที่ Date...../...../.....

ส่วนของเลขานุการ

Secretary use only

ส่วนที่ 2 สำหรับเลขานุการฯ คัดแยกประเภทของโครงการวิจัยเพื่อการพิจารณา (For the secretary — to classify the types of research projects for consideration.)

- ☐ โครงการวิจัยที่ยกเว้นการพิจารณาจริยบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (Exemption)
(Research projects exempted from ethical review on the use of animals for scientific purposes)
- ☐ โครงการวิจัยที่เข้ารับการพิจารณาแบบเร็ว (Expedited review)
(Research projects undergoing expedited review)
- ☐ โครงการวิจัยที่เข้ารับการพิจารณาในที่ประชุมคณะกรรมการ คกส. (Full board review)
(Research projects reviewed in the MFUIACUC committee meeting)

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณาขออนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :

เลขานุการเสนอชื่อ คคส. เป็นผู้พิจารณาโครงการ (Secretary nominates members of the MFU IACUC to reviews)

** (ผู้พิจารณาโครงการเลือกมาจากคณะกรรมการ คคส. ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ที่ไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับโครงการ)

** (reviewers are selected from the MFU IACUC members, who have no conflict of interest with the project)

ชื่อ - สกุล (Name- Surname)	การตรวจสอบคุณสมบัติ	
	เป็น คคส. (Is an MFU IACUC member)	ไม่เป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการที่ขอรับพิจารณา (Has no conflict of interest in the project under review).
1.		
2.		
3.		

เห็นชอบ (Approved)

ลงชื่อ (Signature)

(Mr. Karnkul Bumroongchad)

ประธานคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์
เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

(Chairperson of the Subcommittee of Mae Fah Laung University
Institutional Animal Care and Use)

ลงชื่อ (Signature).....

(Assoc. Prof. Dr. Siam Popluechai)

เลขานุการคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์
เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

(Secretary of Mae Fah Laung University
Institutional Animal Care and Use Committee)

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณารายาบรรณสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :

1. ชื่อ Name ☒ โครงการ / Project ☐ ชุดโครงการ / Project series ☐ งานทดสอบ / Test

(ภาษาไทย) Project title in Thai : การประมวลผลภาพและการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อการติดตามพฤติกรรมวัว

(ภาษาอังกฤษ) Project title in English : IMAGE PROCESSING AND DEEP LEARNING FOR DAIRY COW MONITORING

กรณีเป็นชุดโครงการ โปรดระบุชื่อโครงการ The project is a follow up project

(ภาษาไทย) Project title in Thai :

(ภาษาอังกฤษ) Project title in English :

2. หัวหน้าโครงการ/ชุดโครงการ/งานทดสอบ Project leader

ชื่อ-นามสกุล (Name-Surname) : นายจตุรนต์ นิยะรัตน์ สำนักวิชา (School of): เทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์

E-mail 6751501006@lamduan.mfu.ac.th หมายเลขโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cell phone number): 061 563 5979

หมายเลขโทรศัพท์ที่ทำงาน (Work phone number): หมายเลขโทรสาร (Fax) :

ประสบการณ์การใช้สัตว์ (Previous experience working with animals)

☐ มี yes ปี years (นับเฉพาะระยะเวลาที่มีการใช้สัตว์ (only count the time during which animals were handled)) ระบุเหตุการณ์ที่เคยปฏิบัติต่อสัตว์ (Describe procedures used on the animals).....

☒ ไม่มี No

เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ (Number of animal license) U1-12703-2569 ประเภท (Type of license).....

ออกให้เมื่อวันที่ (issue date) 9 มีนาคม 2569 หมดอายุวันที่ (expiry date) 8 มีนาคม 2573

3. อาจารย์ผู้ร่วมวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการนี้ (There is the researcher in this project)

☒ มี ได้แก่ (ระบุชื่อ-นามสกุล) Yes, specify name and surname ☐ ไม่มี No

หากมีกรณารับชื่ออาจารย์ผู้ร่วมวิจัย (Specify the scientist's name and surname who participate in this lab protocol)

ชื่อ-นามสกุล (Name-Surname) : รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ ชัยศรีเจริญ

สำนักวิชา (School of): เทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์

เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ (Number of animal license) ประเภท (Type of license).....

ออกให้เมื่อวันที่ (issue date) หมดอายุวันที่ (expiry date)

ชื่อ-นามสกุล (Name-Surname) :สำนักวิชา (School of):.....

เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ (Number of animal license)..... ประเภท (Type of license).....

ออกให้เมื่อวันที่ (issue date)..... หมดอายุวันที่ (expiry date)

ชื่อ-นามสกุล (Name-Surname) :สำนักวิชา (School of):.....

เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ (Number of animal license)..... ประเภท (Type of license).....

ออกให้เมื่อวันที่ (issue date)..... หมดอายุวันที่ (expiry date)

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณาขออนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :

4. ลักษณะโครงการ (Project details)

- ☒ วิจัย research ☐ ทดสอบ testing ☐ ผลิตภัณฑ์ชีววัตถุ biomaterials
☐ ผลิตสัตว์ animal production ☐ อื่น ๆ other (ระบุ specify).....

5. ระยะเวลาดำเนินการโครงการ Project duration 0 ปี years 5 เดือน months

ตั้งแต่ starting from 1 มกราคม 2569 สิ้นสุด to 31 พฤษภาคม 2569

ระยะเวลาที่ปฏิบัติกับสัตว์ Animal use duration

ตั้งแต่ starting from 1 เมษายน 2569 สิ้นสุด to 30 เมษายน 2569

6. สถานที่ดำเนินการ Project location

- ☐ ใช้สถานที่ภายใต้การกำกับดูแลของ คส. เลขที่สถานที่ดำเนินการ within the university under supervision of institutional animal care and use committee
☐ ใช้สถานที่อื่นที่มีเลขที่จดทะเบียน (use external registered location ระบุเลขที่ specify registration number).....
☒ ใช้สถานที่อื่น ไม่มีเลขที่จดทะเบียน (use location with no registration number) ระบุสถานที่ (specify location).....
 ฟาร์มโคนมของชาวบ้าน ตำบล หุ่นสะโตก อำเภอสันป่าตอง เชียงใหม่ 50120

7. รายละเอียดการทำปฏิบัติกับสัตว์ Details of animal use

7.1 สัตว์ที่ใช้ในโครงการ Animal details

ประเภท Type of animal	ชนิด Name of animal	สายพันธุ์ Breed/Strain of animal	จำนวน (ตัว) No. of animals	เพศ Sex	ผู้จำหน่าย/ผลิต Supplier/Breeder
สัตว์ทดลอง (Animal for experimental use)					
สัตว์เลี้ยง (Pet)	สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (โคนม)	โกลด์เฟ้น ฟรีเซียน และลูกผสมระหว่างโกลด์เฟ้นกับราห์มัน	40	เพศเมีย	โคในฟาร์มของชาวบ้าน
สัตว์จากธรรมชาติ (Animals from nature/wildlife)					

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณาจรรยาบรรณสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :

7.2 ระบบการเลี้ยงสัตว์ (Animal husbandry system) วิธีเลี้ยงแบบดั้งเดิม (Conventional)

ฟาร์มเป็นฟาร์มแบบชาวบ้าน การดูแลยังไม่ได้เป็นมาตรฐาน โดยมีสหกรณ์โคนมเข้ามาซื้อน้ำนมจากฟาร์มในแต่ละวัน การให้อาหารจะแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1. อาหารที่ให้กินระหว่างวัน จะเป็นกากข้าวโพด รับมาจากบริษัท ชันสวีท จำกัด (มหาชน) กิโลกรัมละ 0.62 บาท โคนมจะกินประมาณวันละ 40 กิโลกรัมต่อตัว
2. อาหารเสริมสำหรับโคนม โปรตีน 18 กรัม กระสอบละ 390 บาท โคนมหนึ่งตัวกินประมาณ 2-2.5 กิโลกรัม แล้วแต่ขนาดตัว โดยจะให้ในช่วงรีดน้ำนม ซึ่งมีการรีดน้ำนมวันละ 2 ครั้ง อาหารเสริมก็จะถูกให้วันละ 2 ครั้งเช่นกัน
3. หากโคนมตั้งท้อง จะลดปริมาณอาหารเสริมเหลือครึ่งละ 1 กิโลกรัม

การให้น้ำของโคนมจะใช้น้ำประปา โดยมีภาชนะในรูปแบบบ่อน้ำกระจายตามจุดต่าง ๆ หากปริมาณน้ำลดลง ผู้ดูแลฟาร์มหรือเจ้าของฟาร์มจะเติมน้ำเข้าไป และจะมีการเปลี่ยนน้ำทุก ๆ 7 วันทั้งบ่อ

7.3 แสดงวิธีการคำนวณจำนวนสัตว์ที่ใช้ในโครงการ/ชุดโครงการ/ทดสอบ (calculate sample size necessary for the project/project series/test)

ตัวอย่างการเก็บข้อมูลพฤติกรรมของโคนม ขนาดของฟาร์มนั้นจะแบ่งออกเป็น ประมาณ 4 พื้นที่

1. ส่วนที่หนึ่งจะใช้เก็บข้อมูลการทดลอง โดยมีโคนมประมาณ 20 ตัว
2. ส่วนที่สองไม่ได้มีการเก็บข้อมูลการทดลอง
3. ส่วนที่สามเป็นโคนมหรือโคนเนื้อที่ยังไม่โตพอที่จะให้น้ำนมได้ จึงไม่ได้มีการเก็บข้อมูลการทดลอง
4. ส่วนที่สี่เป็นพื้นที่เลี้ยงลูกโคที่เพิ่งคลอด และไม่ได้มีการเก็บข้อมูลการทดลอง

ตัวอย่างการเก็บข้อมูลการกินอาหารขณะรีดน้ำนม จะใช้โคนมทุกตัวที่สามารถรีดน้ำนมได้ ประมาณ 35 ตัว

7.4 วิธีการขนส่งสัตว์ ในกรณีมีการขนส่งมาจากภายนอกมหาวิทยาลัย (กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง สามารถทำเครื่องหมายได้มากกว่า 1 ช่อง) (Details of transportation of animals into the university)

- ☐ มีการควบคุมอุณหภูมิ (Temperature control)
- ☐ มีการระบายอากาศเพียงพอ (Ventilation)
- ☐ มีการป้องกันการติดเชื้อ (Measures against infection)
- ☐ ภาชนะบรรจุสัตว์มั่นคงแข็งแรง (Provision of sturdy transportation container)
- ☐ มีพื้นที่ของกรงขนส่งเพียงพอ (Area of transportation container is sufficient) (โปรดระบุขนาดพื้นที่ Specify area size and number of animals per container)
- ☒ ระยะเวลาถึงจุดหมายปลายทาง (โปรดระบุ) (Length of transportation time) การเก็บภาพถ่าย/วิดีโอ จำนวน 16 วัน

7.5 วิธีการและสถานที่เลี้ยง/พัก สัตว์ก่อนนำมาใช้ (Housing and feeding details of animals before use)

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณาจรรยาบรรณสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :.....
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :.....

(ระบุอุณหภูมิ อัตราแสงสว่าง ความชื้น ชนิดอาหาร น้ำดื่ม วัสดุรองนอน (Specify temperature, light intensity, humidity, type of food, type of drinking water, bedding))

ไม่ได้มีการปรับสภาพแวดล้อมการอยู่อาศัยของสัตว์ เพียงแต่ติดตั้งกล้องเพื่อถ่ายภาพ/วิดีโอพฤติกรรมของโคนมและโคเนื้อ โดยติดตั้งกล้องสูงจากพื้นประมาณ 3 เมตร และห่างจากโคที่ใช้ถ่ายประมาณ 4 เมตร สำหรับการเก็บข้อมูลพฤติกรรมของโคนม รวมถึงใช้ทดสอบขณะรีดน้ำนม รวมถึง มีการติดตั้งที่ใช้ระยะเวลาไม่นาน ไม่มีการเดินสายไฟ ใช้เพียงกล้อง และ แบตเตอรี่ที่สำรอง (power bank) ในการจ่ายไฟเท่านั้น

7.6 วิธีปฏิบัติกับสัตว์โดยละเอียด (โปรดอธิบายการทำหัตถการ สารเคมี/ชีววัตถุ ที่นำมาใช้กับสัตว์) (Preparation and treatment of animals) (Describe procedures that will be used on the animal and/or list any substances that will be applied on the animal)

ไม่มีการใช้ สารเคมี/ชีววัตถุ ไม่มีการแต่งตัวของสัตว์

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณารายาบรรณสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :

7.7 การทำปฏิบัติการกับสัตว์ (กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง สามารถทำเครื่องหมายได้มากกว่า 1 ช่อง)

☒ สัตว์ไม่ได้รับความเจ็บปวด (animals will not experience any pain)

☐ สัตว์เกิดความเจ็บปวดเพียงชั่วขณะ ไม่จำเป็นต้องให้ยาลดปวด (animals will experience a moment of pain, no need to provide pain medication)

☐ ให้ยาสลบสัตว์ (will use anesthesia)

☐ ให้ยาระงับปวดหรือยากล่อมประสาทแก่สัตว์ (animals will be provided with analgesics and/or sedatives)

☐ ไม่สามารถให้ยาสลบ ยาระงับปวดหรือยากล่อมประสาทแก่สัตว์ (animals will be provided with analgesics and/or sedatives)

7.8 วิธีการการุณยฆาต (Method of euthanasia)

ไม่มีการุณยฆาต โคนม

7.9 วิธีกำจัดซากสัตว์ (Method of eliminate animal carcasses)

ไม่มีการุณยฆาต โคนม จึงไม่มีการกำจัดซากสัตว์

8. หลักจริยธรรมที่นำมาใช้กับสัตว์ในการวิจัย/ทดสอบ (Ethical principles pertaining to animal use in research projects/testing)

8.1 มีวิธีการอื่นที่อาจนำมาใช้แทนสัตว์ได้หรือไม่ โปรดระบุเหตุผลด้วยว่าทำไมจึงไม่ใช้วิธีการอื่นดังกล่าวมาใช้แทนสัตว์ (Are there any alternative methods/techniques that can be used instead of animals? Provide a reason why no alternatives can be used (Replacement)).

เนื่องจากงานวิจัยเป็นการศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมของโคนมภายในฟาร์ม จึงจำเป็นต้องมีการถ่ายคลิบวิดีโอโคนมภายในฟาร์ม โดย ไม่มีการกำหนดอายุเพศ ไม่มีการกำหนดน้ำหนักตัว ไม่มีการกำหนดระยะการให้น้ำนม

8.2 หากมีเหตุผลความจำเป็นที่จะต้องใช้สัตว์และไม่สามารถใช้วิธีการอื่นทดแทน ท่านมีวิธีการหรือแนวทางปฏิบัติในการลดจำนวนสัตว์ให้น้อยที่สุดได้อย่างไร (In the case where there is no alternative, explain how you will minimize the number of animals used as much as possible (Reduction)).

ไม่มีการสัมผัสกับโคนมภายในฟาร์มเป็นการตั้งกล้องวิดีโอถ่ายภายในฟาร์ม และ ไม่ได้ตั้งอยู่ในที่ ที่กีดขวางทางเดินของโคนมภายในฟาร์ม และ ใช้กล้อง 360 Smart Camera Little ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายกล้องวงจรปิด

8.3 ท่านมีวิธีในการปฏิบัติกับสัตว์อย่างไร เพื่อให้สัตว์มีความเจ็บปวดน้อยที่สุด (Explain how you will minimize suffering (Refinement))

การเก็บข้อมูลใช้กล้อง 360 Smart Camera Little ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายกล้องวงจรปิด และไม่ก่อให้เกิดแสงไฟจากการใช้งานกล้อง จากภาพตัวอย่างที่เห็นแสงไฟนั้น เป็นแสงไฟจากทางฟาร์มที่ติดตั้งไว้ก่อนแล้ว ทางผู้วิจัยไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมใด ๆ นอกจากกล้อง 360 Smart Camera Little

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณาขออนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :

9. ประโยชน์ต่อมนุษย์หรือสัตว์และผลประโยชน์ทางวิชาการที่คาดว่าจะได้รับ Potential benefit on animals, humans and expected academic benefit

การใช้ computer vision ช่วยเกษตรกรในการดูแลจัดการฟาร์มและช่วยการติดตามพฤติกรรมวัว

10. คำรับรองของอาจารย์/นักวิจัย (Instructor declaration)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าจะปฏิบัติต่อสัตว์ตรงตามวิธีการที่ได้ระบุไว้ข้างต้น ไม่ปล่อยปละละเลย ดูแลให้น้ำ อาหารในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ ควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เข้มงวดกวดขันในการป้องกันการติดเชื้อและการแพร่กระจายเชื้อ ตามมาตรฐานการปฏิบัติงานที่ได้กำหนดไว้ ขอรับรองว่าจะใช้สัตว์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยตระหนักถึงคุณค่าของชีวิตและศีลธรรมตามหลักศาสนา และข้าพเจ้ายินดีให้คณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์ทดลองเพื่องานทางวิทยาศาสตร์ติดตามและตรวจสอบได้ พร้อมกันนี้ ข้าพเจ้าได้แนบเอกสารมาด้วย ดังนี้

I certify that the animals will be treated in the manner described above. I declare that the animals will be given access to sufficient amount of water to meet their needs. The living environment of the animals will be strictly monitored and maintained in such a way as to prevent infection and spreading of infection should it happen. According to the ethical principles and religious morality, animal life is valuable, thus the utmost care will be taken to ensure use of as few animals as possible. I welcome the Committee for Supervision and Promotion of Procedures on Animals for Scientific Purposes to check in and monitor the process at any time. Please find attached the following documents accompanying the application:

- ☒ สำเนาใบอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ Copy of animal license (กรณีเป็นงานวิจัยของนักศึกษา ให้อาจารย์ที่ปรึกษาหลักเป็นผู้ยื่น In case where the researcher is student, the principal advisor is the applicant)
- ☒ หลักฐานการสอบผ่านโครงงานวิจัย (กรณีเป็นงานวิจัยของนักศึกษา) In case where the researcher is student, provide proof that the student has passed the proposal examination
- ☒ ข้อเสนอโครงการวิจัย Research proposal (Proposal)
- ☐ เอกสารหรือหลักฐานอื่น ๆ ที่รับรองความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หรือสารที่ใช้กับสัตว์ (ถ้ามี) Other documents regarding safety of products and/or substances that will be used on animals, if applicable (specify)

ลงชื่อ Signature

(นายจตุรนต์ นิยะรัตน์)

หัวหน้าโครงการ/ชุดโครงการ/ทดสอบ

Project/project series/testing leader

วันที่ Date 31 / มี.ค. / 2569

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณาจริยบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :.....
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :.....

ส่วนของเจ้าหน้าที่ Office use only

ส่วนที่ 1 เจ้าหน้าที่ตรวจสอบและบันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว (officer has verified and recorded the information in the database system.)

ลงชื่อ (Signature)เจ้าหน้าที่ (Officer)

(.....)

วันที่ Date...../...../.....

ส่วนของเลขานุการ Secretary use only

ส่วนที่ 2 สำหรับเลขานุการฯ คัดแยกประเภทของโครงการวิจัยเพื่อการพิจารณา (For the secretary — to classify the types of research projects for consideration.)

- ☐ โครงการวิจัยที่ขอยกเว้นการพิจารณาจริยบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (Exemption)
(Research projects exempted from ethical review on the use of animals for scientific purposes)
- ☐ โครงการวิจัยที่เข้ารับการพิจารณาแบบเร็ว (Expedited review)
(Research projects undergoing expedited review)
- ☐ โครงการวิจัยที่เข้ารับการพิจารณาในที่ประชุมคณะกรรมการ คกส. (Full board review)
(Research projects reviewed in the MFUIACUC committee meeting)

	แบบฟอร์มขอรับการพิจารณาขออนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ สำหรับงานวิจัยหรือทดสอบ Application for approval to use animals in research	Form: FS-SOP-AC02-02
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) :
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) :

เลขานุการเสนอชื่อ คส. เป็นผู้พิจารณาโครงการ (Secretary nominates members of the MFU IACUC to reviews)

** (ผู้พิจารณาโครงการเลือกมาจากคณะกรรมการ คส. ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ที่ไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับโครงการ)

** (reviewers are selected from the MFU IACUC members, who have no conflict of interest with the project)

ชื่อ - สกุล (Name- Surname)	การตรวจสอบคุณสมบัติ	
	เป็น คส. (Is an MFU IACUC member)	ไม่เป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการที่ขอรับพิจารณา (Has no conflict of interest in the project under review).
1.		
2.		
3.		

เห็นชอบ (Approved)

ลงชื่อ (Signature)

(Mr. Karnkul Bumroongchad)

ประธานคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์
เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

(Chairperson of the Subcommittee of Mae Fah Laung University
Institutional Animal Care and Use)

ลงชื่อ (Signature).....

(Assoc. Prof. Dr. Siam Popleuchai)

เลขานุการคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์
เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

(Secretary of Mae Fah Laung University
Institutional Animal Care and Use Committee)

	แบบฟอร์ม แก้ไขโครงการในการขอรับการพิจารณาจริยบรรณสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ Modification Report of the Project Presented in Animal Ethics Review for Scientific Purposes Application	Form: FS-SOP-AC02-05
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) : AR04/69
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) : 30 ม.ค. 69

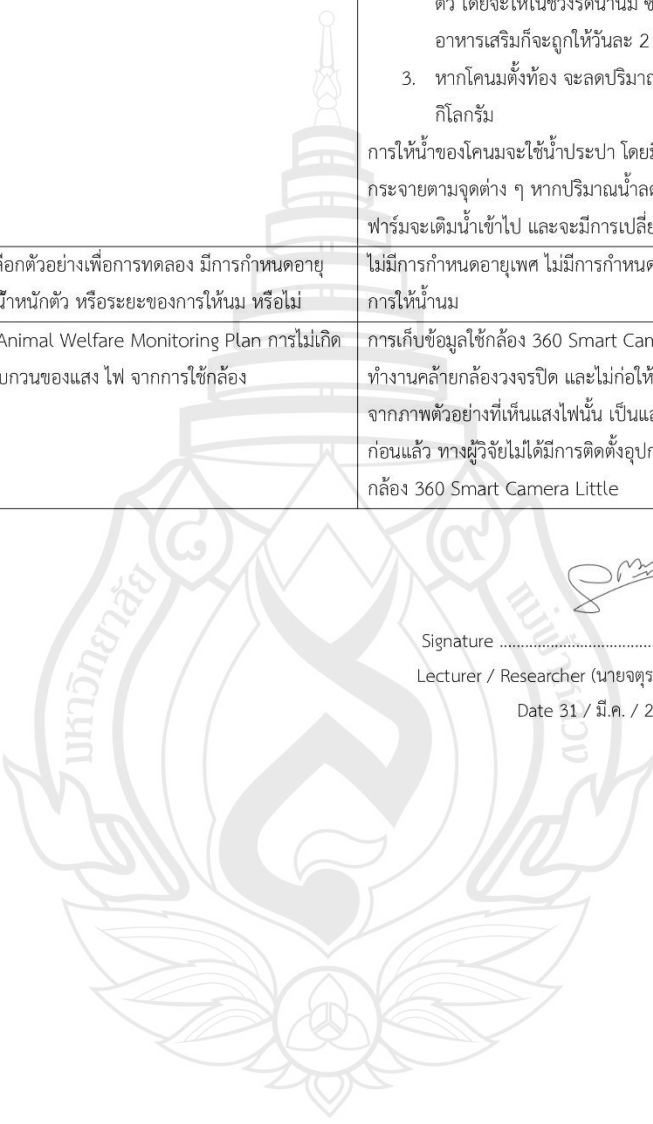
1. อาจารย์ผู้สอน/หัวหน้าโครงการหรือชุดโครงการ Instructor / Head of the project or set of projects

ชื่อ - นามสกุล (Name - Surname) นายจตุรนต์ นิยะรัตน์ สำนักวิชา/หน่วยงาน (School / Unit): เทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์

2. ชื่อหัวข้อปฏิบัติการ/รายวิชาปฏิบัติการ/โครงการหรือชุดโครงการ (Title of the practical session / practical course / project or set of projects): การประมวลผลภาพและการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อการติดตามพฤติกรรมวัว (IMAGE PROCESSING AND DEEP LEARNING FOR DAIRY COW MONITORING)

3. การแก้ไข (Responses)

ลำดับ No.	ข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการพิจารณาจริยบรรณา (Suggestions from the Committee)	การแก้ไขหรือคำชี้แจงของอาจารย์ผู้สอน/ผู้วิจัย พร้อมระบุตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว (Responses or Explanations from the Instructor /Researcher including the positions of responses)
1	เพิ่ม sample size calculation	ตัวอย่างการเก็บข้อมูลพฤติกรรมของโคนม ขนาดของฟาร์มนั้นจะแบ่งออกเป็น ประมาณ 4 พื้นที่ 1. ส่วนที่หนึ่งจะใช้เก็บข้อมูลการทดลอง โดยมิโคนมประมาณ 20 ตัว 2. ส่วนที่สองไม่ได้มีการเก็บข้อมูลการทดลอง 3. ส่วนที่สามเป็นโคนมหรือโคเนื้อที่ยังไม่โตพอที่จะให้น้ำนมได้ จึงไม่ได้มีการเก็บข้อมูลการทดลอง 4. ส่วนที่สี่เป็นพื้นที่เลี้ยงลูกโคที่เพิ่งคลอด และไม่ได้มีการเก็บข้อมูลการทดลอง ตัวอย่างการเก็บข้อมูลการกินอาหารขณะรีดน้ำนม จะใช้โคนมทุกตัวที่สามารถรีดน้ำนมได้ ประมาณ 35 ตัว
2	รายละเอียด ของสถานที่เลี้ยงสัตว์ มีมาตรฐานฟาร์มหรือไม่ ถ้าไม่มี มีการจัดการฟาร์มอย่างไร สัตว์ได้รับน้ำและอาหารอย่างไร	ฟาร์มเป็นฟาร์มแบบชาวบ้าน การดูแลยังไม่ได้เป็นมาตรฐาน โดยมีสหกรณ์โคนมเข้ามาซื้อน้ำนมจากฟาร์มในแต่ละวัน การให้อาหารจะแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้ 1. อาหารที่ให้อินระหว่างวัน จะเป็นกากข้าวโพด รับมาจากบริษัท ชันสวีท จำกัด (มหาชน) กิโลกรัมละ 0.62 บาท โคนมจะกินประมาณวันละ 40 กิโลกรัมต่อตัว 2. อาหารเสริมสำหรับโคนม โปรตีน 18 กรัม กระสอบละ 390 บาท โคนมหนึ่งตัวกินประมาณ 2-2.5 กิโลกรัม แล้วแต่ขนาด

	แบบฟอร์ม แก้ไขโครงการในการขอรับการพิจารณาจริยบรรณสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ Modification Report of the Project Presented in Animal Ethics Review for Scientific Purposes Application	Form: FS-SOP-AC02-05
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) : AR04/69
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) : 30 ม.ค. 69
		ตัว โดยจะให้ในขงรืต่น้ำนม ซึ่งมีการรืต่น้ำนมวันละ 2 ครั้ง อาหารเสริมก็จะถูกให้วันละ 2 ครั้งเช่นกัน 3. หากโคนมตั้งท้อง จะลดปริมาณอาหารเสริมเหลือครั้งละ 1 กิโลกรัม การให้น้ำของโคนมจะใช้น้ำประปา โดยมีภาชนะในรูปแบบบ่อน้ำ กระจายตามจุดต่าง ๆ หากปริมาณน้ำลดลง ผู้ดูแลฟาร์มหรือเจ้าของ ฟาร์มจะเติมน้ำเข้าไป และจะมีการเปลี่ยนน้ำทุก ๆ 7 วันทั้งบ่อ
3	การเลือกตัวอย่างเพื่อการทดลอง มีการกำหนดอายุ เพศ น้ำหนักตัว หรือระยะของการให้นม หรือไม่	ไม่มีการกำหนดอายุเพศ ไม่มีการกำหนดน้ำหนักตัว ไม่มีการกำหนดระยะ การให้น้ำนม
4	ระบุ Animal Welfare Monitoring Plan การไม่เกิด การรบกวนของแสง ไฟ จากการใช้กล้อง	การเก็บข้อมูลใช้กล้อง 360 Smart Camera Little ซึ่งมีลักษณะการ ทำงานคล้ายกล้องวงจรปิด และไม่ก่อให้เกิดแสงไฟจากการใช้งานกล้อง จากภาพตัวอย่างที่เห็นแสงไฟนั้น เป็นแสงไฟจากทางฟาร์มที่ติดตั้งไว้ ก่อนแล้ว ทางผู้วิจัยไม่ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมใด ๆ นอกจาก กล้อง 360 Smart Camera Little

Signature

Lecturer / Researcher (นายจตุรนต์ นิยะรัตน์)

Date 31 / มี.ค. / 2569

	แบบฟอร์มแจ้งชำระค่าธรรมเนียมการยื่นเสนอขอรับการพิจารณาจริยบรรณสัตว์ เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง Mae Fah Laung University Notification of Payment of Fees for Submission of Animal Ethics Review for Scientific Purposes Application Form	Form: FS-SOP-AC02-08
	คณะกรรมการกำกับดูแลดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง The Mae Fah Laung University Institutional animal care and use committee (MFU IACUC)	เลขที่เอกสาร (Document number) : AR04/69
	โทร. (Tel) 0-5391-6399 Email: MFULabanimals@mfu.ac.th	วันที่ (Date) : 20/3/59

ชื่อโครงการวิจัย (Research Project Title): การประมวลผลภาพและการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อการติดตามพฤติกรรมวัว

หัวหน้าโครงการวิจัย (Head of the Project): นายจตุรนต์ นิยะรัตน์

ที่อยู่ (address): 203 หมู่ 1 บ้านดงกาย ขอย 2 ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230

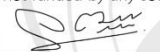
จำนวนเงิน (Amount) 500 บาท (-ห้าร้อยบาทถ้วน-)

- ☒ ออกใบเสร็จรับเงินในนามหัวหน้าโครงการ (to issue a receipt in the name of the project head)
- ☐ ออกใบเสร็จรับเงินในนามมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง (to issue a receipt in the name of Mae Fah Laung University)
- ☐ ออกใบเสร็จรับเงินชื่อโครงการวิจัย ที่อยู่มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง (to issue a receipt in the name of the research project, with the address of Mae Fah Laung University)

ประเภทการพิจารณาโครงการวิจัยที่เสนอขอรับการพิจารณาครั้งแรก (Type of Research Project Submitted for Ethics Review for the First Time)

- ☐ โครงการวิจัยที่ได้เสนอขอทุนจากหน่วยงานของรัฐ ภายในประเทศ หรือภายนอกประเทศ หรือทุนจากต่างประเทศหรือหน่วยงานเอกชน เก็บค่าธรรมเนียมการพิจารณาโครงการวิจัย จำนวน 2,000 บาทต่อโครงการ
(Research projects applied for funding from government agencies, either domestic or international, or from foreign funds or private organizations, are subject to a review fee of 2,000 Baht per project.)
- ☐ โครงการวิจัยที่ไม่ได้รับทุนจากที่ใด และดำเนินการโดยพนักงานสายวิชาการ เก็บค่าธรรมเนียมการพิจารณาโครงการวิจัย จำนวน 1,500 บาทต่อโครงการ
(Research projects not funded by any source and conducted by academic staff are subject to a review fee of 1,500 Baht per project.)
- ☒ โครงการวิจัยที่ไม่ได้รับทุนจากที่ใด และดำเนินการโดยนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา เก็บค่าธรรมเนียมการพิจารณาโครงการวิจัย จำนวน 500 บาทต่อโครงการ
(Research projects not funded by any source and conducted by graduate students are subject to a review fee of 500 Baht per project.)
- ☐ โครงการวิจัยที่ไม่ได้รับทุนจากที่ใด และดำเนินการโดยนักศึกษาระดับปริญญาตรี ได้รับการยกเว้นค่าธรรมเนียม
(Research projects not funded by any source and conducted by undergraduate students are exempt from the review fee.)

Sign



(นายจตุรนต์ นิยะรัตน์)
Research Project Head

Date 20 / มี.ค. / 2569

Sign



(นางสาวชกร กันทาภาส)
Administrative Staff

Date..... 20 / มี.ค. / 2569

Plan Code 02201

Organization Code 11412000

Fund Code 203000

****โปรดชำระเงินที่ส่วนการเงินและบัญชี มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง และนำสำเนาใบเสร็จมายื่นพร้อมกับโครงการวิจัย****

**** Please make the payment at the Division of Finance and Accounting, Mae Fah Laung University, and submit a copy of the receipt along with the research project proposal.****

APPENDIX C

ANIMAL USE LICENSE

Certificate No: AR-69-04



Mae Fah Luang University Institutional Animal Care and Use Committee

This is to certify that

Title of the Project / Set of Projects / Test (in Thai) : การประมวลผลภาพและการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อการติดตามพฤติกรรมวัว

Title of the Project / Set of Projects / Test (in English) : IMAGE PROCESSING AND DEEP LEARNING FOR DAIRY COW MONITORING

Head of the Project / Set of Projects / Test : Mr. Jaturon Niyarut

Affiliation : School of Applied Digital Technology

Application Number : AR04/69

is a/ an project / set of projects / test that does not conflict with the ethical standards on the use of animals for scientific purposes, as set forth by the Institute of Animals for Scientific Purposes Development (IAD).

Therefore, it is deemed appropriate to conduct the project / set of projects / test within the scope of the information presented to the Mae Fah Luang University Institutional Animal Care and Use Committee on 7, April, B.E. 2026.

Sign.....

(Professor Dr. Sujitra Wongkasemjit)

Chair of Mae Fah Luang University Institutional Animal Care and Use Committee

Date of Approval: 7/4/2026

Date of Expiration: 7/4/2027

DOCUMENT ID:239866731773049145



ใบอนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์

Animal Use License

เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์
License Number

U 1 - 1 2 7 0 3 - 2 5 6 9

ชื่อ นาย จตุรนต์ นิยะรัตน์

Name MR. JATURON NIYARUT

บัตรประจำตัวประชาชน เลขที่ 1-5052-00048-25-1

Thai National ID Number

วันออกใบอนุญาต
Date of Issue

9 มีนาคม 2569

วันหมดอายุ
Date of Expiry

8 มีนาคม 2573

ลงชื่อ

(นางสาวศิรินทร์พร เดียวตระกูล)

รองผู้อำนวยการสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

APPENDIX D

CONSENT FORM FOR RECORDING PHOTOS/VIDEOS AND PDPA

แบบฟอร์มการขอความยินยอมการบันทึกภาพถ่าย/วิดีโอ

หนังสือยินยอมขออนุญาตให้บันทึกภาพถ่าย/วิดีโอ เพื่อนำไปใช้ในการทำงานวิจัย
สำนักวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562

เขียนที่ ต.ห้วยโจก อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่

เมื่อวันที่ 16 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2564

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) อหนต์ กววิไล อนุญาต ให้ความยินยอมแก่ สำนักวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ในการดำเนินการบันทึกภาพถ่าย/วิดีโอภายในพื้นที่เก็บข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการดำเนินงานวิจัยเรื่อง “การประมวลผลภาพและการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อการติดตามพฤติกรรมวัว (IMAGE PROCESSING AND DEEP LEARNING FOR DAIRY COW MONITORING)” ทั้งนี้ การบันทึกภาพถ่าย/วิดีโอ ดังกล่าว มิได้มีวัตถุประสงค์เพื่อบันทึกภาพบุคคลโดยตรง แต่อาจมีภาพของบุคคลปรากฏติดอยู่โดยบังเอิญ เนื่องจากมีความจำเป็นต้องมีบุคลากรเข้าไปปฏิบัติงานภายในบริเวณพื้นที่ที่ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) อหนต์ กววิไล อนุญาต ให้ความยินยอม ให้ข้อมูลส่วนบุคคลในรูปแบบภาพถ่าย/วิดีโอ ที่ปรากฏ ถูกนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษา การวิจัย การวิเคราะห์ การประมวลผล และการนำเสนอผลงานทางวิชาการเท่านั้น โดยผู้วิจัยอาจดำเนินการ ปรับแก้ไข ตัดต่อ ปกปิด หรือทำให้ไม่สามารถระบุตัวบุคคลได้ ตามความเหมาะสม และตามหลักจริยธรรมการวิจัย รวมถึงให้การว่า จะไม่เรียกร้อง สิทธิหรือสินไหม ในค่าตอบแทนภายหลังใด ๆ ทั้งสิ้น ที่สำนักวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงได้ดำเนินการ

ลงชื่อ  ผู้ขอความยินยอม
(นายจตุรนต์ นิยรัตน์)
16 / มิ.ย. / 2564

ลงชื่อ อหนต์ กววิไล ผู้ให้ความยินยอม
(นางอหนต์ กววิไล)
16 / มิ.ย. / 2564



แบบฟอร์มการขอความยินยอมการบันทึกภาพถ่าย/วิดีโอ

หนังสือยินยอมขออนุญาตให้บันทึกภาพถ่าย/วิดีโอ เพื่อนำไปใช้ในการทำงานวิจัย

สำนักวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

เขียนที่ ๓ ทุ่งวัดกก อ. แม่ฟ้าหลวง จ. 146 ใน

เมื่อวันที่ 16 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2569

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) อภินันท์ กวักโ อนุญาต ให้ความยินยอมแก่ สำนักวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ในการดำเนินการบันทึกภาพถ่าย/วิดีโอภายในพื้นที่เก็บข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการดำเนินงานวิจัยเรื่อง "การประมวลผลภาพและการเรียนรู้เชิงลึกเพื่อการติดตามพฤติกรรมวัว (IMAGE PROCESSING AND DEEP LEARNING FOR DAIRY COW MONITORING)" ทั้งนี้ การบันทึกภาพถ่าย/วิดีโอ

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) อภินันท์ กวักโ อนุญาต ให้ความยินยอม ให้ข้อมูลส่วนบุคคลในรูปแบบภาพถ่าย/วิดีโอ ที่ปรากฏ ถูกนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษา การวิจัย การวิเคราะห์ การประมวลผล และการนำเสนอผลงานทางวิชาการเท่านั้น ตามความเหมาะสม และตามหลักจริยธรรมการวิจัย รวมถึงให้การว่า จะไม่เรียกร้อง สิทธิหรือสินไหม ในค่าตอบแทนภายหลังใด ๆ ทั้งสิ้น ที่สำนักวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงได้ดำเนินการ

ลงชื่อ.....ผู้ขอความยินยอม

(นายจตุรนต์ นิยะรัตน์)
16 / มิ.ย. / 2569

ลงชื่อ อภินันท์ กวักโ ผู้ให้ความยินยอม

(นางอภินันท์ กวักโ)
16 / มิ.ย. / 2569

CURRICULUM VITAE

NAME Jaturon Niyarut

EDUCATIONAL BACKGROUND

2017 Bachelor of Engineering Computer Engineering
Rajamangala University of Technology Lanna
Chiang Rai

WORK EXPERIENCE

2023-Present Practitioner Level
Office of the Vocational Education Commission

