

逢 甲 大 學  
人工智慧技術與應用學士學位學程  
產業實務 AI 創新應用專題  
成果報告書

水鹿異常行為分析



指導教授：葉美伶博士、王啟宏博士  
專 題 生：鍾秉諺、張添薪、許銘洋、  
曾祥澤、巫明璟

中 華 民 國 一 百 一 十 三 年 六 月

## 摘要

本研究旨在透過影像分析技術對圈養水鹿的異常行為進行分類，並提出一套高效的監控系統以提升管理效率。我們的研究對象為圈養於大範圍農場內、獨立木柵欄中的水鹿。農場業主飼養水鹿的主要目的是因為鹿茸具有很高的經濟價值，因此，對水鹿的有效管理和照護至關重要。通過先進的影像分析技術，我們對水鹿的活動量進行精確計算，並根據活動量的變化將其行為分類為三種範疇：正常（Normal）、被動（Passive）和攻擊性（Aggressive）。具體而言，我們設置了活動量的前30%和後30%作為判定的閾值，活動量較高的被歸類為攻擊性行為（Aggressive），活動量較低的則被歸類為被動行為（Passive）。當系統偵測到水鹿的攻擊性異常行為時，會即時透過 Line Notify 技術通知業主，以便其及時檢查和處理。本研究不僅展示了影像分析技術在動物行為監控中的應用潛力，還為水鹿的管理和照護提供了新的技術手段。研究結果表明，我們的系統成功地對水鹿的行為進行了準確分類，並且在實際應用中展現出良好的效果。通過這個系統，農場業主能夠更有效地管理水鹿，及時發現並處理異常行為，從而有助於維持甚至提高鹿茸的經濟價值。這一成果顯示了影像分析技術及人工智慧技術在提高農業管理效率和經濟效益方面的巨大潛力。

**關鍵字：**鹿茸養殖、活動量計算、百分比閾值設定

# 第一章 前言

隨著人工智慧技術的飛速發展，影像分析在動物行為監控領域展現了巨大的應用潛力。水鹿作為一種重要的經濟動物，其行為異常往往是健康問題或環境壓力的早期指示，因此，及時準確地識別異常行為對於提升水鹿的養殖效益和健康管理具有重大意義。傳統的行為監控方式主要依賴於人工觀察，這不僅費時費力，且容易受到主觀因素的影響，難以實現持續、精確的監控。為了解決這一問題，本研究利用先進的影像分析技術，對圈養於大範圍農場內、獨立木柵欄中的水鹿進行行為監控，以實現異常行為的早期預警，提高管理效率。農場業主飼養水鹿的主要原因是鹿茸的高經濟價值，因此，對水鹿的有效管理和照護至關重要。在過去的研究中，影像分析技術已在多種動物行為監控中取得顯著成效。例如，有研究利用影像分析技術對奶牛的行為進行監控，成功識別其健康狀況和生理需求。另有研究通過攝像頭監控寵物犬的日常活動，以分析其心理狀態，從而幫助飼主更好地了解寵物的情緒變化和需求。這些研究表明，影像分析在動物行為監控中具有高度的可行性和應用價值。在水鹿行為研究方面，目前多數研究集中於其生理特徵和生活習性，對於異常行為的監控研究相對較少。部分研究指出，水鹿的活動量與其健康狀況和壓力水平密切相關，因此，對活動量的精確監控對於識別水鹿的異常行為具有重要意義。本研究在此基礎上，利用影像分析技術開發了一套水鹿行為監控系統。我們根據水鹿的活動量變化，將行為分為正常、被動和攻擊性三種範疇，並設置活動量的前30%和後30%作為判定閾值。當系統偵測到攻擊性異常行為時，會即時透過 Line Notify 技術向業主發送通知，以便其及時檢查和干預。本研究結果表明，我們的系統成功地對水鹿的行為進行了準確分類，並在實際應用中展現出良好的效果。通過這個系統，農場業主能夠更有效地管理水鹿，及時發現並處理異常行為，有助於維持甚至提高鹿茸的經濟價值。未來，我們希望能夠與農場業主合作，驗證並建立一套人工智慧模型，以提升異常行為識別的準確度和預測能力。這將不僅提高水鹿管理的精確度和效率，還能夠為業主提供更準確的行為預警信息，保障水鹿的健康和福祉。總而言之，本研究通過引入人工智慧技術和影像分析方法，實現了對圈養水鹿異常行為的高效監控，為水鹿的健康管理和行為研究提供了新的思路和方法。系統的即時預警功能提高了管理效率，也為飼養者提供了便捷的工具，幫助其更好地了解和管理水鹿的行為狀況。未來，我們將進一步優化系統算法，提升其準確性和穩定性，並與農場業主合作，建立基於人工智慧的行為預測模型，實現更精確的異常行為識別和預測。這一研究不僅對水鹿的養殖管理具有重要意義，也為其他動物行為監控提供了參考。

## 第二章 文獻探討

### 基於像素差異分析的動物行為追蹤技術

動物行為追蹤在生命科學研究中具有重要地位。隨著科技進步，視頻追蹤技術成為了研究動物行為的重要工具。這些技術不僅能夠提供精確的行為數據，還能夠自動化和批量化處理大量數據，從而提高研究效率和結果的可靠性。在眾多技術中，基於像素差異分析的方法被證明為一種高效、準確的技術手段。

像素差異分析方法的基本原理是通過計算視頻中每一幀與參考幀之間的灰度強度差異來確定動物的位置。這種方法的第一步是生成一個不包含動物的參考幀。參考幀可以通過從視頻中隨機抽取多幀的像素中位數來生成。這樣，即使動物在大部分時間內停留在某一位置，也能避免其出現在參考幀中。這種方法的優點在於，它能夠自適應各種背景條件，不受動物顏色和背景亮度差異的影響。

Pennington 等人（2019）的研究詳細介紹了這一方法的實施步驟和優勢。首先，對於每一幀，計算其與參考幀的灰度強度差異。這可以通過計算每個像素的絕對差異來實現，從而不受動物與背景亮度不同的影響。這一步驟的關鍵在於精確地捕捉動物的運動軌跡，並且能夠在動物進入和退出視野時準確追蹤其位置。

為了提高計算準確性，Pennington 等人採用了像素差異值的閾值化處理。具體而言，他們僅考慮高於設定百分位的像素差異值，例如使用了99百分位的閾值設定。這樣的處理方法有助於過濾掉隨機、低強度的像素波動，從而更精確地計算出動物的質心位置。這種方法在多種實驗環境下均表現出色，特別是在光照變化大或背景複雜的情況下，能夠有效提高追蹤準確度。

在質心計算過程中，像素差異值經過閾值化處理後，使用加權平均方法計算出動物的質心位置。這一步驟確保了位置計算的穩定性和準確性，尤其在動物移動速度較快或軌跡較複雜的情況下，依然能夠保持較高的準確度。此外，為了進一步提高準確性，還可以對上一幀質心位置周圍的像素進行加權處理，以減少干擾物體對質心計算的影響。這樣的加權處理能夠有效濾除背景雜訊，提升質心位置的精度。

除了像素差異分析，Pennington 等人還描述了幾種額外的技術來進一步增強動物行為追蹤的能力。例如，他們提供了工具來裁剪視頻幀，以減少光纖/電生理設備的干擾，並分析指定時間段的數據。此外，他們還允許用戶定義和分析多個感興趣的區域（ROI），從而更詳細地研究動物在特定區域的活動模式。這些技術的結合使用，使得該方法在實際應用中具有更高的靈活性和適應性。

基於像素差異分析的技術在實驗室動物行為研究中具有廣泛的應用價值。其應用場景包括探索性行為、焦慮行為和社交行為的研究。在這些研究中，通過準確追蹤動物的運動軌跡，可以深入了解其行為模式和潛在的神經機制。此外，這種技術還可用於健康監測，通過追蹤動物的運動模式，可以早期發現健康問題。例如，在監測實驗動物的日常活動時，任何異常的行為變化都可能提示潛在的健康問題，從而及時採取干預措施。

總而言之，基於像素差異的動物行為追蹤技術是一種有效且可靠的方法。Pennington 等人（2019）的研究展示了這種方法的基本原理和技術細節，並證明其在動物行為研究中的應用價值。未來，通過進一步優化這些分析方法，可以提高追蹤的準確性和效率，並將其應用於更多的生物醫學和生態學研究領域。例如，可以結合機器學習算法，對大量數據進行深度學習，從而自動識別和分類更複雜的行為模式。此外，隨著硬件技術的進步，未來可以開發出更加輕便和高效的追蹤設備，進一步提升動物行為研究的精度和便捷性。總之，基於像素差異分析的動物行為追蹤技術在現代科學研究中具有廣泛的應用前景和巨大的潛力。

參考文：Pennington, Z. T., Dong, Z., Feng, Y., Vetere, L. M., Page-Harley, L., Shuman, T., & Cai, D. J. (2019). ezTrack: An open-source video analysis pipeline for the investigation of animal behavior. *Scientific Reports*, 9, 19979. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56408-1>





### 第三章 研究方法/設計原理/架構/數據模型

1. 研究方法
  - 甲、 設計演算法，依據結果使用肉眼判斷該演算法的效果
2. 設計原理
  - 甲、 因為我們並無取得水鹿受傷或懷孕的範例影片，故無法進行實驗結果驗證，因此我們採取無標準答案的施作方式。我們將取得的所有影片作為總資料集，取前 30%作為較積極的資料，後 30%作為較被動的資料，依此做為分配依據來觀察分類效果
3. 架構
  - 甲、 建立資料集
    - i. 取得總資料集
    - ii. 計算全部影片每幀的前後活動量百分比變化( $\pm 30\%$ )
4. 前 30%的最低作為積極的閾值，後 30%的最高作為被動的閾值
5. 分類影片
  - 甲、 使用鏡頭取得 10 秒鐘的影片
  - 乙、 記錄每幀前後的變化百分比( $\pm 30\%$ )
6. 依據閾值將每個百分比活動量做分類
7. 統計各狀態活動量占整部影片的幾%
8. 如果超過 70%，則整部影片標記為該狀態，如都未超過判定為正常
9. 紀錄狀態
  - 甲、 如果有影片被判定為過於積極或被動，則傳送該狀態至雲端資料庫做紀錄
10. 傳送簡訊
  - 甲、 如果一段時間內紀錄次數過多，則經由 Line Notify 傳送通知農場主關心鹿隻的狀況
11. 數據模型
  - 甲、 資料庫
    - i. 多部影片
  - 乙、 計算得出之資料
    - i. 每幀前後變化活動量百分比

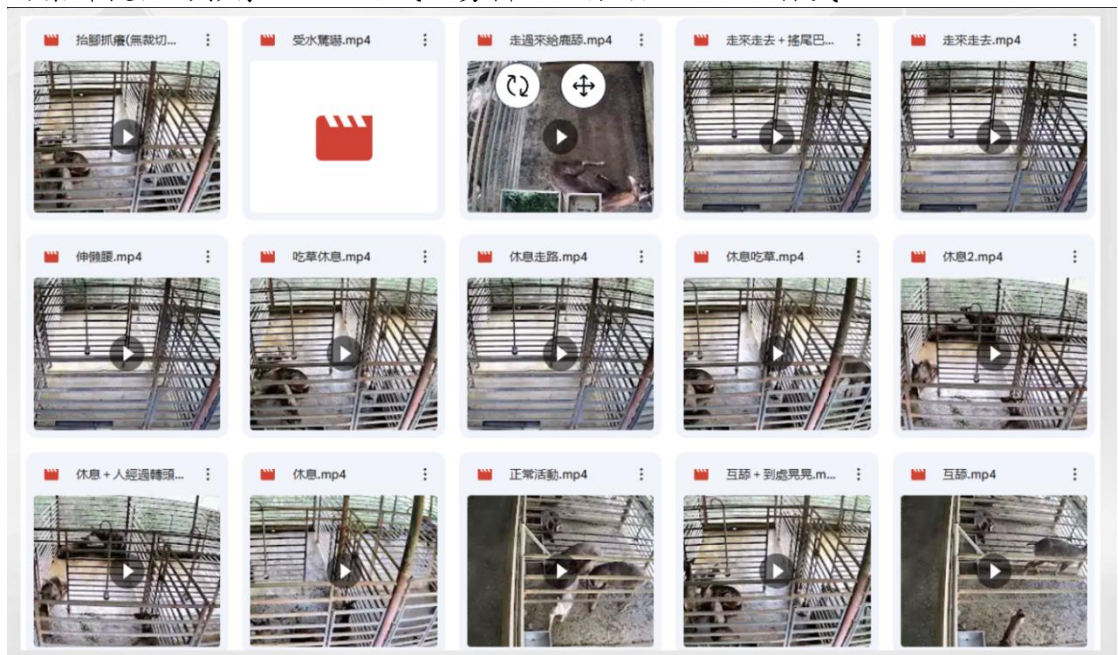
## 第四章 實作成果/數據分析

我們實作步驟分為以下階段：

1. 訓練資料預處理
2. 模型訓練
3. 訓練方法比較
4. 影像焦點區域選擇
5. 辨識結果寫入資料庫
6. 緊急狀態通知(Line Notify)

### 1. 訓練資料預處理

- 將業師提供的影像以人工方式做剪輯以及分類，並加上標籤



### 2. 模型訓練

我們透過 OpenCV 來計算影片中每十秒的活動量，將十秒鐘內每一幀的活動量定義三種不同的狀態：Aggressive、Normal 和 Passive。閾值設定方法基於資料庫中活動量變化百分比，選取前30%和後30%的變化量作為 Aggressive 和 Passive 的閾值。

- 抬腿前



- 抬腿後



- 逐幀活動量計算出來並標注狀態





2290	休息..mp4	Normal	5.91E+13
2291	休息..mp4	Normal	6.34E+13
2292	休息..mp4	Passive	4.82E+13
2293	休息..mp4	Normal	9.07E+13
2294	休息..mp4	Passive	3.88E+13
2295	休息..mp4	Passive	3.57E+13
2296	休息..mp4	Passive	3.75E+13
2297	休息..mp4	Passive	4.11E+13
2298	休息..mp4	Normal	5.05E+13
2299	休息..mp4	Passive	4.98E+13
2300	休息..mp4	Normal	5.19E+13
2301	休息..mp4	Normal	5.46E+13
2302	休息..mp4	Normal	5.71E+13
2303	休息..mp4	Normal	6.37E+13
2304	休息..mp4	Passive	4.53E+13
2305	休息..mp4	Normal	8.67E+13
2306	休息..mp4	Passive	3.74E+13
2307	休息..mp4	Passive	3.8E+13
2308	休息..mp4	Passive	3.33E+13

### 3. 訓練方法比較

- 紅色標注為較準確的模型

	K-means	百分比閾值設定
走來走去+搖尾巴.mp4	0(Aggressive)	9(Aggressive) 75(Normal) 16(Passive)
受水驚嚇.mp4	0(Aggressive)	97(Aggressive) 3(Normal) 0(Passive)
休息2.mp4	1(Passive)	7(Aggressive) 18 (Normal) 75(Passive)

因此我們最後選擇百分比閾值設定為主要的模型

## 影像焦點區域選擇

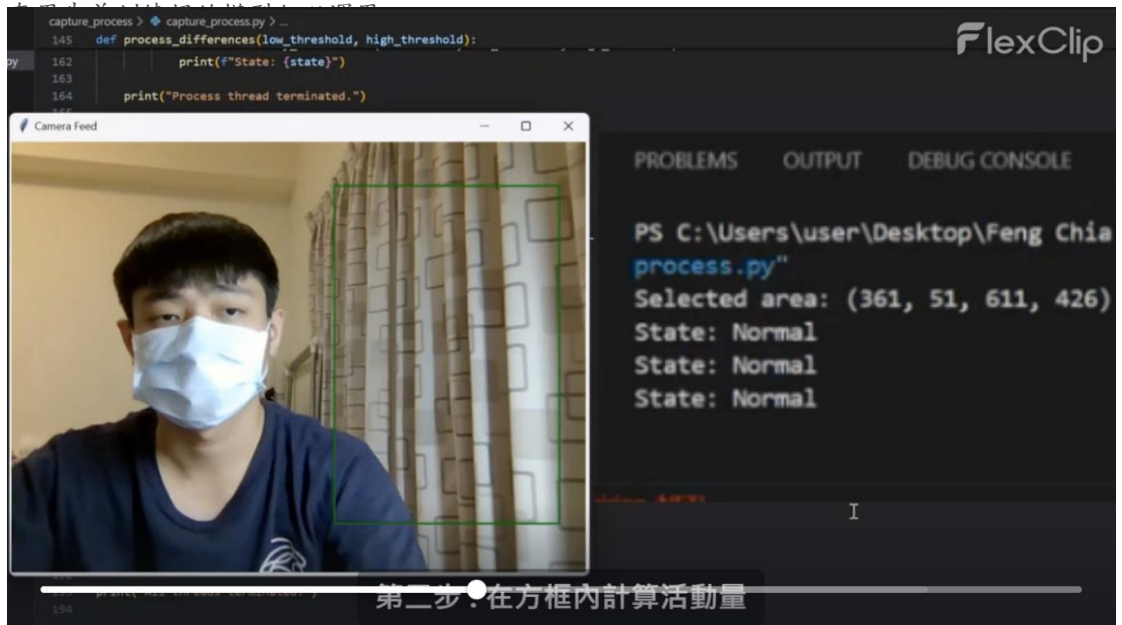
透過 Tkinter 來做焦點選擇

- 焦點選擇前



- 焦點選擇後





## 辨識結果寫入資料庫

透過 Python 將辨識結果寫入到 MySQL 中

	Sambar Id	Sambar Category	Real Time	Video Time	Activity Level	Average Activity Level	Count
<input type="checkbox"/>	1	Normal	2024-03-30 00:41:53.096345	0:17	50577168	2975127.53	0
<input type="checkbox"/>	2	Normal	2024-03-30 00:47:18.420529	0:30	46266198	1542206.6	0
<input type="checkbox"/>	3	Normal	2024-03-30 00:49:17.049075	0:30	98312754	3277091.8	0
<input type="checkbox"/>	4	Normal	2024-03-30 00:50:46.903441	0:30	22601687	753389.57	0
<input type="checkbox"/>	5	Passive	2024-03-30 00:54:10.663923	0:20	3573005	178650.25	0
<input type="checkbox"/>	6	Passive	2024-03-30 00:56:08.161669	0:20	3397451	169872.55	0
<input type="checkbox"/>	7	Normal	2024-03-30 00:58:46.566865	0:15	15909373	1060624.87	0
<input type="checkbox"/>	8	Normal	2024-03-30 00:59:55.340676	0:31	38483089	1241389.97	0
<input type="checkbox"/>	9	Normal	2024-03-30 01:00:58.580444	0:30	22322449	744081.63	0
<input type="checkbox"/>	10	Normal	2024-03-30 01:02:09.606355	0:10	4245992	424599.2	0
<input type="checkbox"/>	11	Aggressive	2024-03-30 01:07:25.516222	0:29	31169799	1074820.66	0
<input type="checkbox"/>	12	Aggressive	2024-03-30 01:09:15.580688	0:30	28017107	933903.57	0
<input type="checkbox"/>	13	Passive	2024-03-30 01:10:50.646906	0:29	47706598	1645055.10	0
<input type="checkbox"/>	14	Aggressive	2024-03-30 01:14:26.889996	0:15	56269730	3751315.33	0
<input type="checkbox"/>	15	Normal	2024-03-30 01:16:02.441054	0:11	9638605	876236.82	0
<input type="checkbox"/>	16	Normal	2024-03-30 01:17:29.780091	0:10	1365763	136576.3	0
<input type="checkbox"/>	17	Normal	2024-03-30 01:18:36.666754	0:20	65632213	3281610.65	0
<input type="checkbox"/>	18	Passive	2024-03-30 01:19:35.005879	0:24	13504890	562703.75	0

## 緊急狀態通知(Line Notify)

當辨識系統偵測到 Aggressive 狀態時會透過 Line Notify 到養殖方的 Line 中





## 第五章

## 結論

透過這次實作的經驗，我們更加理解計畫上與行動上的差異。在最初的構想中，我們期望能夠透過先進的影像辨識技術，自動捕捉到鹿隻的身體架構，進而更精確地量化其活動量。此外，我們希望能夠辨識每一頭鹿的個體差異，逐一建立資料庫以進行更精細的行動狀態分析。然而，在實際操作中，我們遇到了許多技術開發上的困難。鹿隻之間的外觀差異不大，加上資料收集的有限性，使得我們不得不尋找其他替代方案。

儘管如此，透過組員間的密切合作與不懈努力，我們最終成功開發出了一套完整且高效的系統。這套系統不僅能夠準確地分類鹿隻的活動狀態，還能即時地將結果傳送至資料庫中，為後續的數據分析和管理的提供了堅實的基礎。這次實作不僅提升了我們的技術能力，也讓我們在實踐中學會了如何應對和解決意想不到的挑戰。

在這個過程中，我們深刻體會到團隊合作的重要性。每位組員都發揮了自己的專長，無論是在技術開發、數據分析還是系統整合方面，大家都盡心盡力，為項目的成功貢獻了自己的力量。這次經驗讓我們更明白，只有透過團隊的通力合作，才能在面對困難時找到最佳解決方案，達成共同的目標。

最後，我們全體組員衷心感謝王啟宏老師和葉美伶老師的悉心指導和支持。他們給予我們這個珍貴的機會，讓我們能夠在實踐中學習並發揮所長。這次實作經驗不僅豐富了我們的學習歷程，也為我們未來的發展奠定了堅實的基礎。再次感謝老師們的信任和鼓勵，我們會繼續努力，不斷追求卓越。



## 第六章 參考文獻

Zachary t. pennington, zhe dong, yu feng, lauren m. vetere, lucia page-harley, tristan shuman & denise j. cai. (2019, December 27). *EzTrack: An Open-Source Video Analysis Pipeline for the Investigation of Animal Behavior*. Nature.

<https://www.nature.com/articles/s41598-019-56408-9> 鹿隻管理. (n.d.). 農業主題館鹿. <https://kmweb.moa.gov.tw/subject/index.php?id=85>

