Live Species Cumulative Classification Model Design

活體生物層積式分類模型設計

李 智 (Rich C. Lee)

論文口試報告

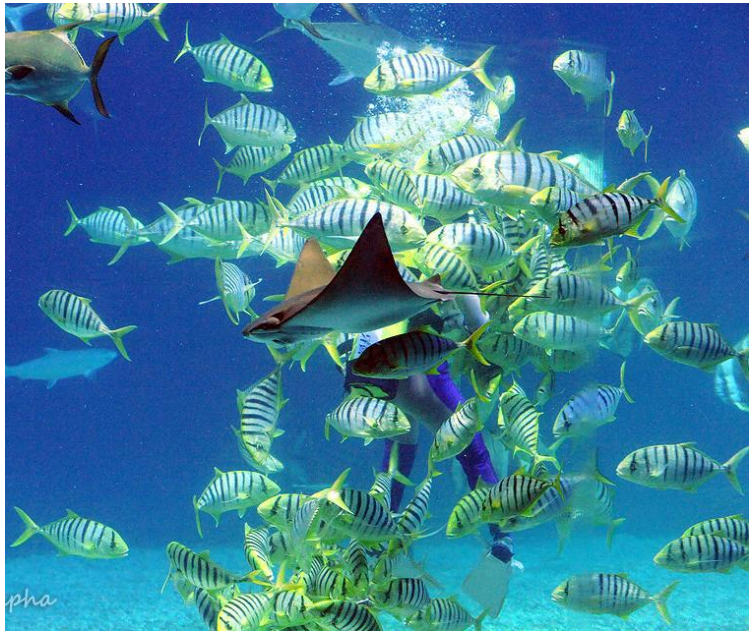
1. 研究背景與動機
2. 研究問題與目的
3. 文獻探討
4. 模型設計與驗證
5. 結論
6. 未來研究方向

魚你同行

與魚共舞

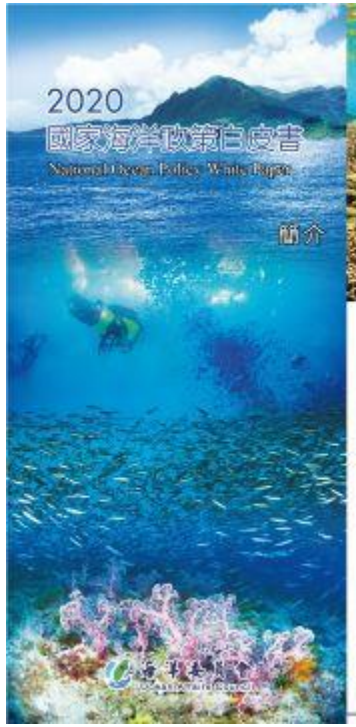
大洋池餵食解說

海藻森林餵食解說



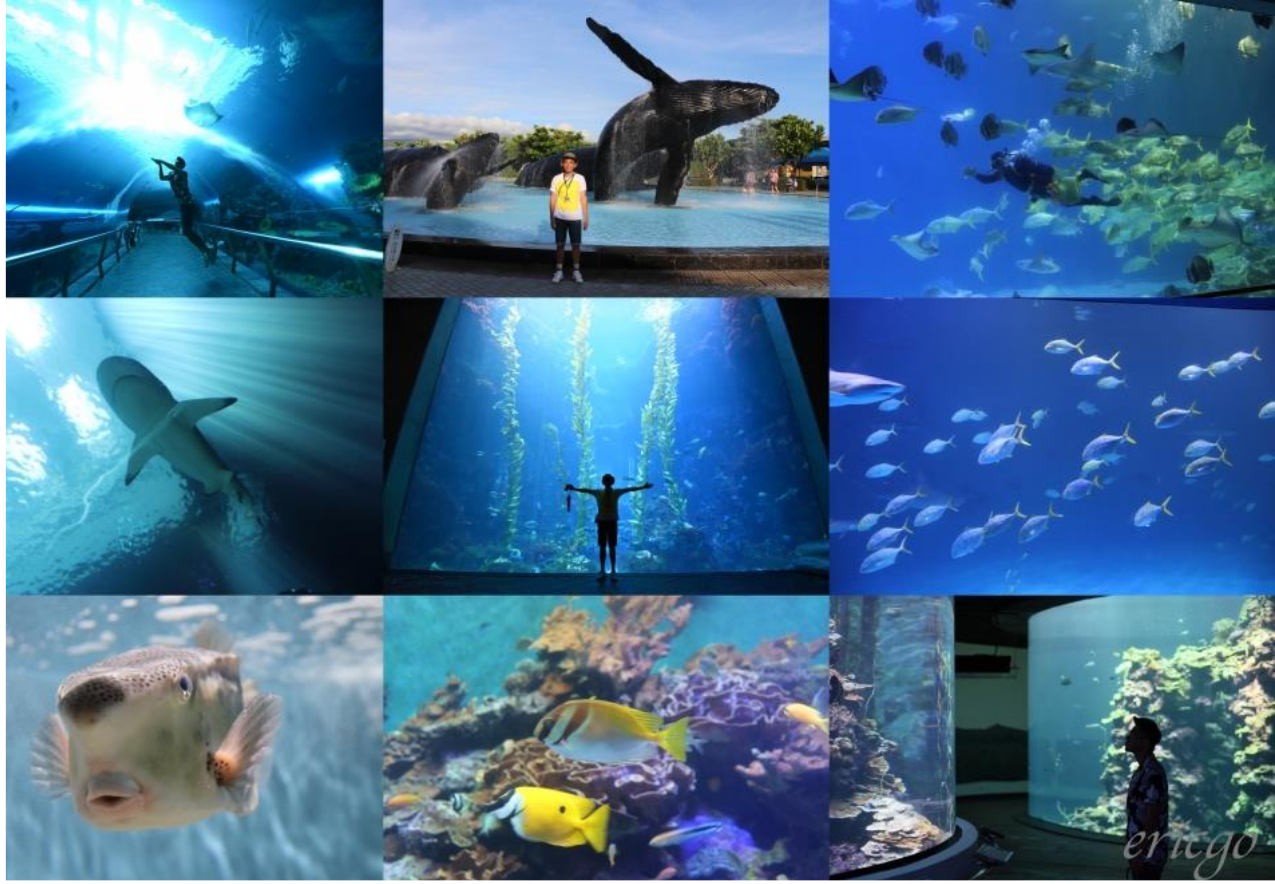
研究背景與動機

2020 國家海洋政策白皮書: 跨領域研究



形塑海洋公民意識:
親海-識海-愛海

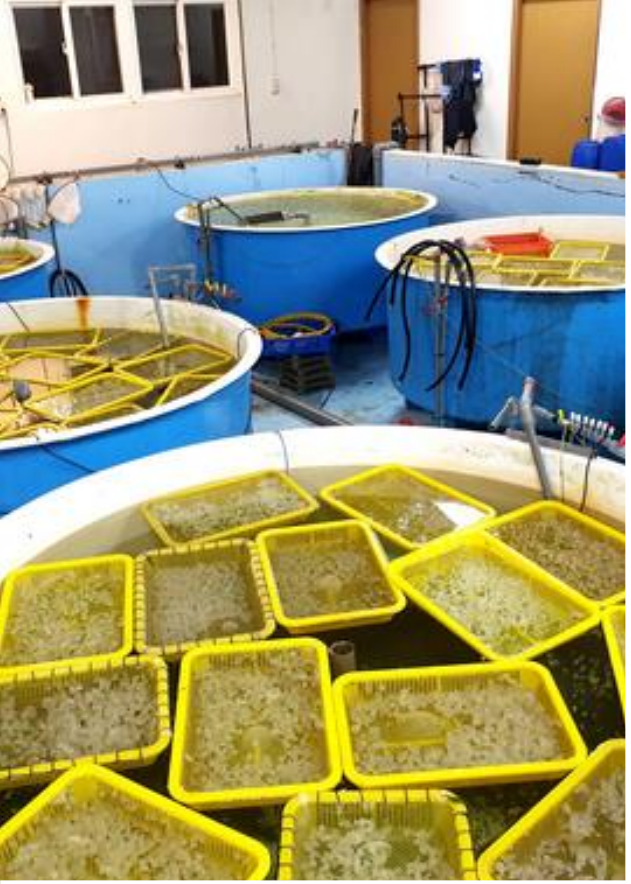
整合海洋科研資訊
加速生態保育工作
提升全民海洋素養

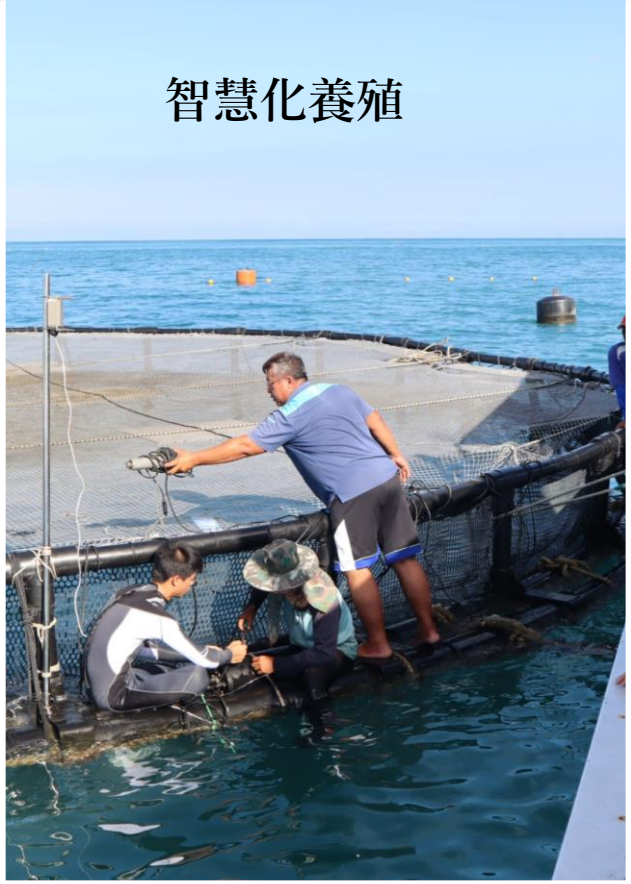


國立海洋生物博物館

親海 識海 愛海 教育推廣場域

- 海洋科研資訊
- 海洋生態保育
- 全民海洋素養





國立臺灣海洋大學
水生生物研究暨保育中心

親海 識海 愛海 研究場域

- 海洋科研資訊
- 海洋生態保育
- 全民海洋素養

中央研究院

生物多樣性研究中心

臺灣地區經濟性魚種 (499 種)

靜態單調

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 第1/32頁 每頁 16 筆 搜尋

科中文名	學名	中文名	俗名	產期	價格	照片
盲鰻科	*Eptatretus burgeri*	布氏黏盲鰻	青眠鰻、無目鰻、鰻背...	全年皆產，夏、秋味美	★★★★	
盲鰻科	*Eptatretus yangi*	楊氏黏盲鰻	青眠鰻、無目鰻、鰻背...	全年皆產	★★★★	
銀鮫科	*Chimaera jordani*	喬丹氏銀鮫	黑翅沙、鼠魚、兔魚...		★★	
銀鮫科	*Chimaera phantasma*	黑線銀鮫	黑翅沙、鼠魚、銀鮫...		★★	
鬚鯊科	*Orectolobus leptolineatus*	細線鬚鯊	細線鬚鮫、豆腐鯊、虎沙...	春末、夏、秋為主	★★	
長尾鬚鯊科				全年皆產，春末、夏味美	★★	
鯨鯊科				全年皆產，春末、夏味美	★★	
狐鯊科	*Alopias vulpinus*	狐鯊	長尾沙、狐鮫、沙娘仔	全年皆產，春末、夏味美		
鼠鯊科	*Isurus oxyrinchus*	尖吻鯖鯊	馬加鯊、煙仔沙、灰鯖鮫...	全年皆產，春末、夏味美	★★★★★	
皺唇鯊科	*Mustelus griseus*	灰貂鯊	沙條、平滑鮫、灰貂鮫...	全年皆產，春末、夏、秋味美	★★	
真鯊科	*Carcharhinus albimarginatus*	白邊鰭真鯊	大沙、白邊鰭白眼鮫、尖頭沙(臺東)	全年皆產，春末、夏味美	★★	
真鯊科	*Carcharhinus sorrah*	沙拉真鯊	沙條、沙拉白眼鮫、沙魚(臺東)...	全年皆產，春末、夏味美	★★	
真鯊科	*Prionace glauca*	鋸峰齒鯊	水沙、大翅沙、鋸峰齒鮫...	全年皆產，春末、夏味美	★★	
雙髻鯊科	*Sphyrna lewini*	路易氏雙髻鯊	路易氏丫髻鯊、紅肉雙髻鮫、犛頭沙...	全年皆產，春末、夏味美	★★	

親海 識海 愛海 知識積累

需要資訊工程投入與貢獻

隨境即知

延伸應用
增益效果

棲息行為

資訊工程
跨領域研究

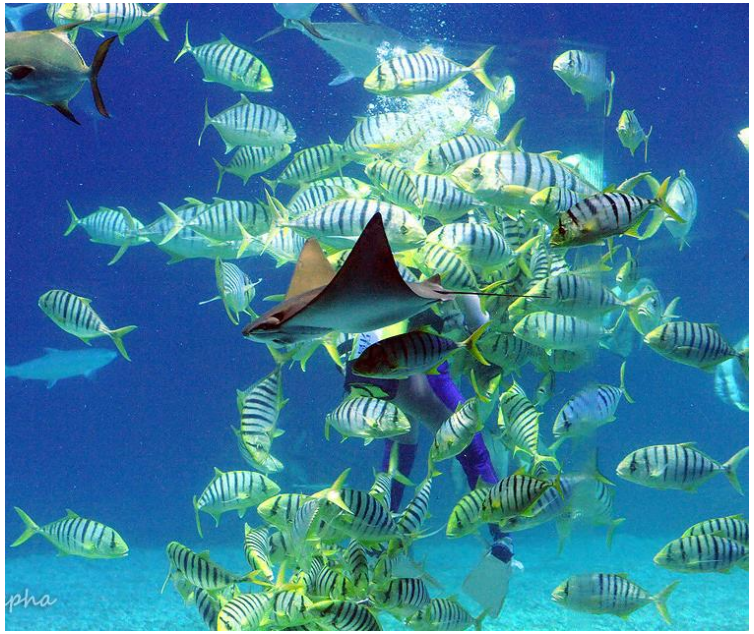
資訊檢索

工程方法

機器視覺

影像處理

深度學習



研究目的

研究問題與目的

RA. 如何提升民眾對海洋生物常識教育興趣

RB. 如何藉由活體生物辨識鏈結魚種資料庫

RC. 如何協助水族館管理員掌握異常活體生物

RD. 如何協助研究員分析活體生物行為長期變化

RE. 如何滿足前述需求建構置可實施框架

研究問題分析

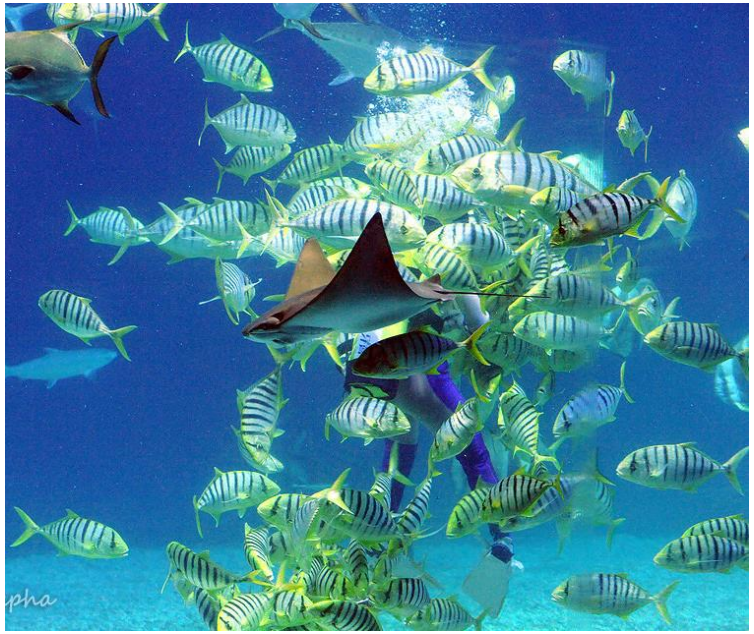
如何提升民眾對海洋生物常識教育興趣 RA.	如何藉由活體生物辨識鏈結魚種資料庫 RB.	如何協助水族館管理員掌握異常活體生物 RC.	如何協助研究員分析活體生物行為長期變化 RD.	如何滿足前述需求建構置可實施框架 RE.
R01. 隨境即知	R03. 多形辨識	R06. 活動異常	R05. 棲息行為	R10. 前瞻一體
R02. 活體影像	R05. 棲息行為	R07. 樣貌異常	R09. 時間序列	R11. 易操作性
R03. 多形辨識	R04. 形體變化	R08. 水質環境	R04. 形體變化	R12. 可延展性
R04. 形體變化	R02. 活體影像	R02. 活體影像	R02. 活體影像	R13. 持有成本
創新科技運用	海洋科研資訊	海洋生態保育	全民海洋素養	研究與教育並重

需求解析

創新科技運用 → 海洋科研資訊 → 海洋生態保育 → 全民海洋素養 → 研究與教育並重

蒐集	處理	儲存	分類	追蹤	應用
R02. 活體影像	R02. 活體影像	R02. 活體影像	R02. 活體影像	R02. 活體影像	R02. 活體影像
R05. 棲息行為	R08. 水質環境	R08. 水質環境	R03. 多形辨識	R03. 多形辨識	R03. 多形辨識
R08. 水質環境	R12. 可延展性	R12. 可延展性	R06. 活動異常	R04. 形體變化	R11. 易操作性
R09. 時間序列	R10. 前瞻一體	R10. 時間序列	R07. 樣貌異常	R05. 棲息行為	R01. 隨境即知
R10. 前瞻一體	R13. 持有成本	R10. 前瞻一體	R10. 前瞻一體	R10. 前瞻一體	
R13. 持有成本		R13. 持有成本	R13. 持有成本	R13. 持有成本	

資訊工程
跨領域研究

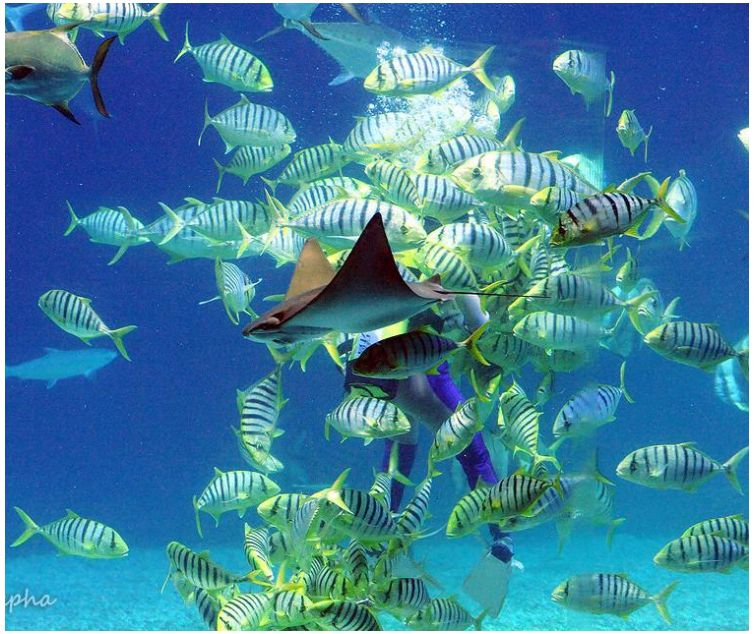


文獻探討

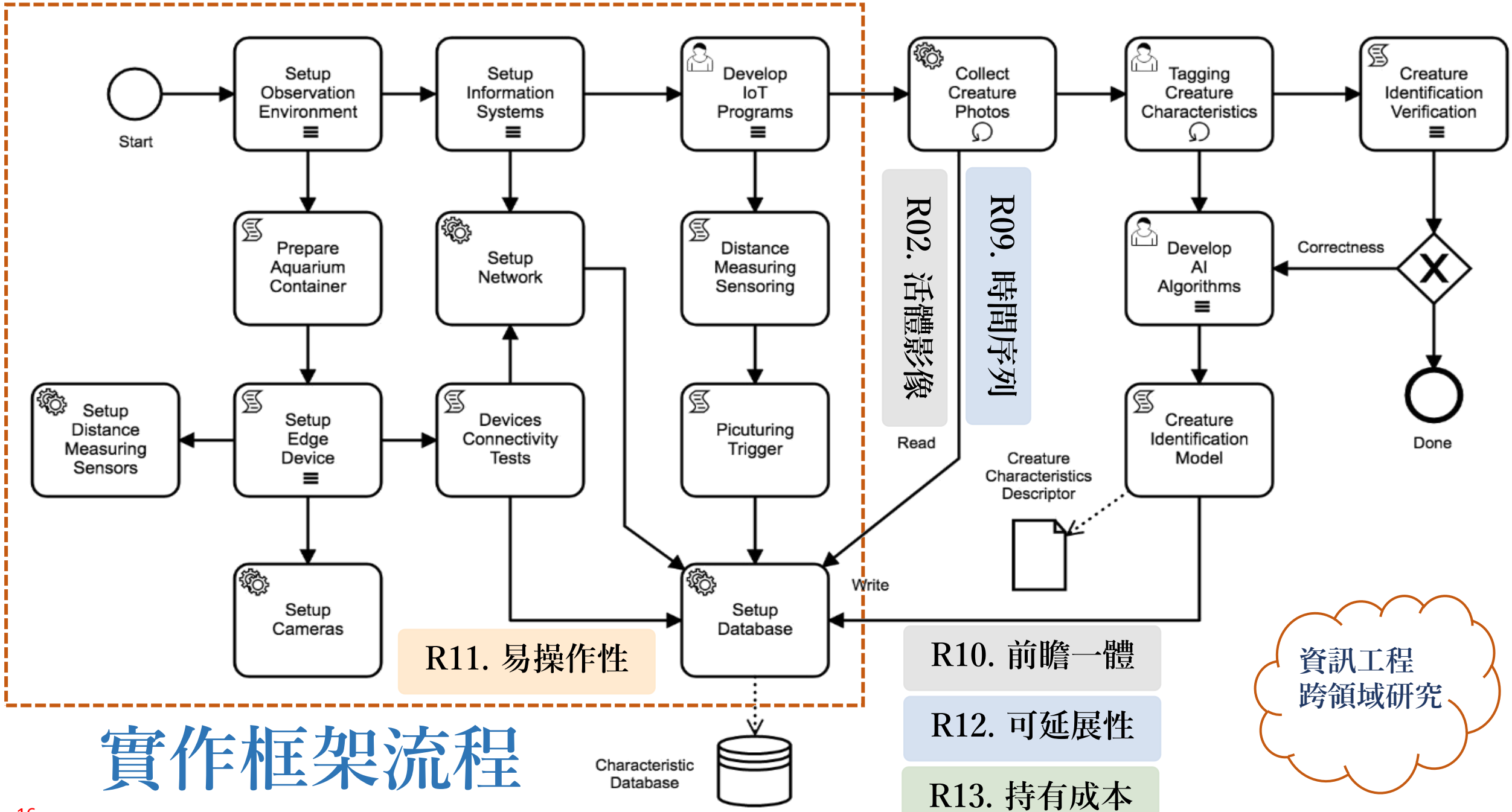
研究缺口分析

- 分類
  - 形體剖面度量
  - 剖面色澤分布
  - 生理特徵差異
  - 靜態影像
- 追蹤
  - 活體影像
  - 自走機構
  - 光源設備
- 方法
  - 變異數分析
  - 機器學習
  - 機器視覺
  - 深度學習
- 資料
  - 形體度量特徵尺寸
  - 形體剖面影像
  - 開放資料
  - 低雜訊環境
- 研究目的
  - 演算法差異
  - 機構設置
- 研究缺口
  - R10. 前瞻一體
  - R12. 可延展性
  - R09. 時間序列
  - R13. 持有成本
- …
  - R06. 活動異常
  - R07. 樣貌異常
  - R03. 多形辨識
  - R05. 棲息行為
  - R08. 水質環境

創新科技運用 → 海洋科研資訊 → 海洋生態保育 → 全民海洋素養 → 研究與教育並重



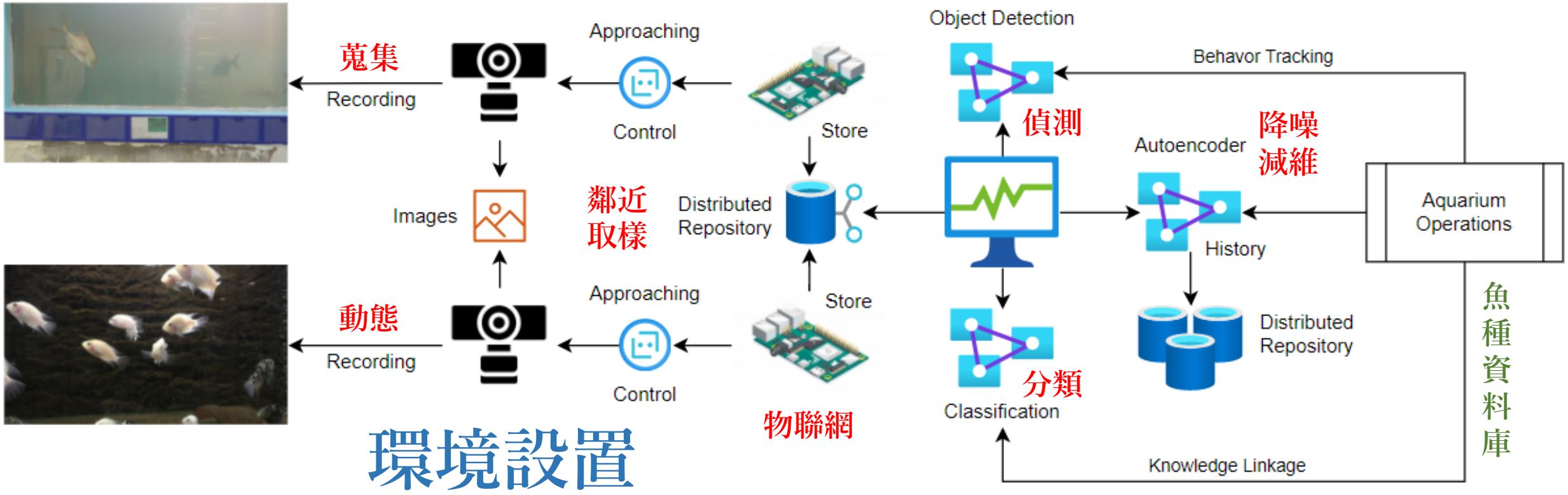
模型設計與驗證



實作框架流程

資訊工程
跨領域研究

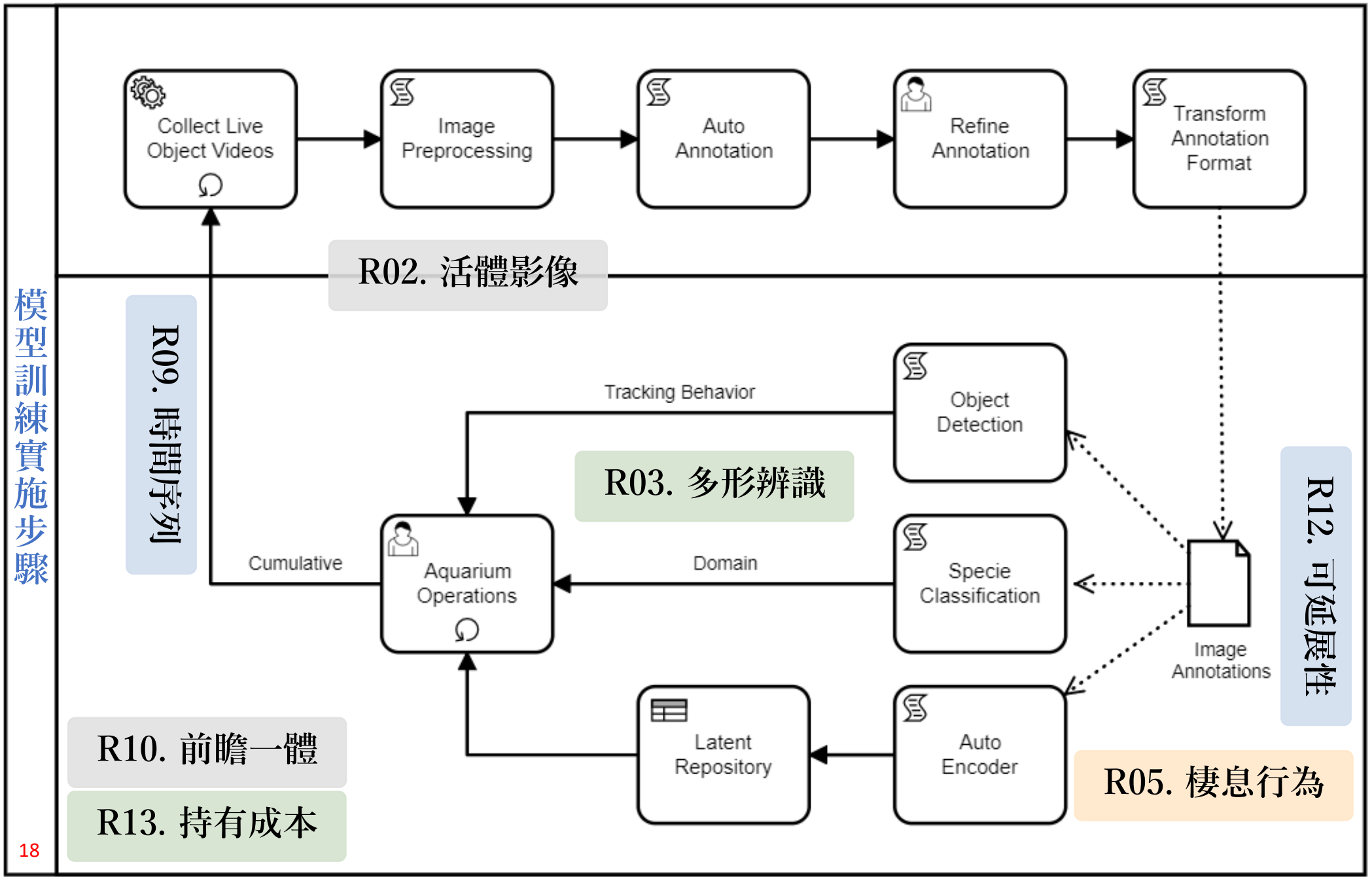
R03. 多形辨識 | R04. 形體變化 | R05. 棲息行為 | R06. 活動異常 | R08. 水質環境



環境設置

R10. 前瞻一體 | R13. 持有成本 | R12. 可延展性 | R02. 活體影像 | R09. 時間序列

創新科技運用 → 海洋科研資訊 → 海洋生態保育 → 全民海洋素養 → 研究與教育並重



R04. 形體變化

R06. 活動異常

R07. 樣貌異常

R08. 水質環境

資訊工程
跨領域研究

自動物件標示：減少人工打標作業負擔

	label_tag	filename	width	height	class	xmin	ymin	xmax	ymax
8381	7229	F019992.jpg	1920	1080	D	951	72	1356	342
	7229	F019994.jpg	1920	1080	D	946	77	1337	354
	7229	F019996.jpg	1920	1080	D	935	85	1320	353
	7229	F019998.jpg	1920	1080	D	926	88	1306	351
8385	7229	F020000.jpg	1920	1080	D	916	85	1287	337

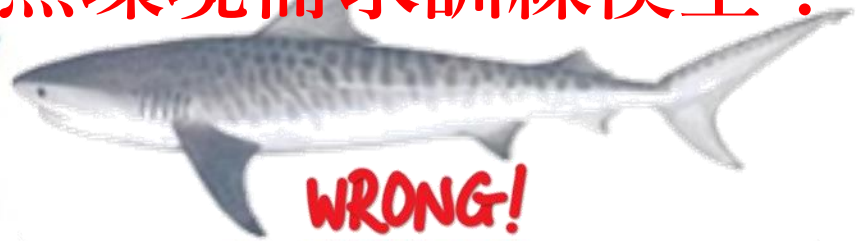
相對座標

F007444.jpg	模型誤判魚種	0.199	loggerhead
F008652.jpg		0.387	stingray
F019960.jpg		0.303	puffer
F006504.jpg		0.278	gar
F019332.jpg		0.402	loggerhead
F009058.jpg		0.340	electric_ray
F008294.jpg		0.249	rock_beauty
F006266.jpg		0.398	hammerhead
F008786.jpg		0.305	hammerhead
F013006.jpg		0.357	puffer

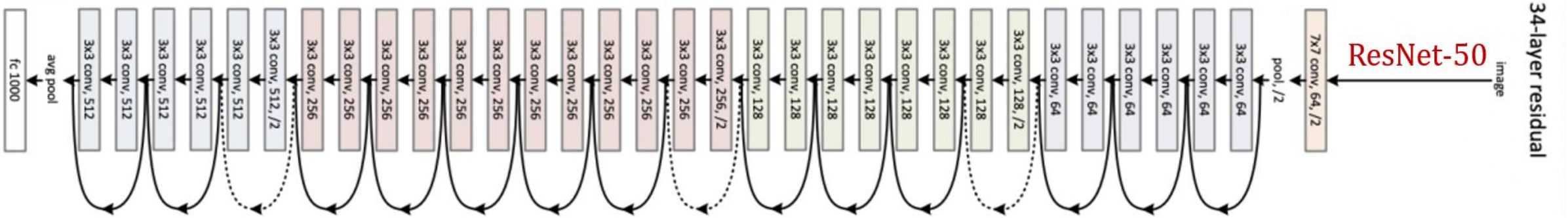
WRONG!

必須依照環境需求訓練模型！

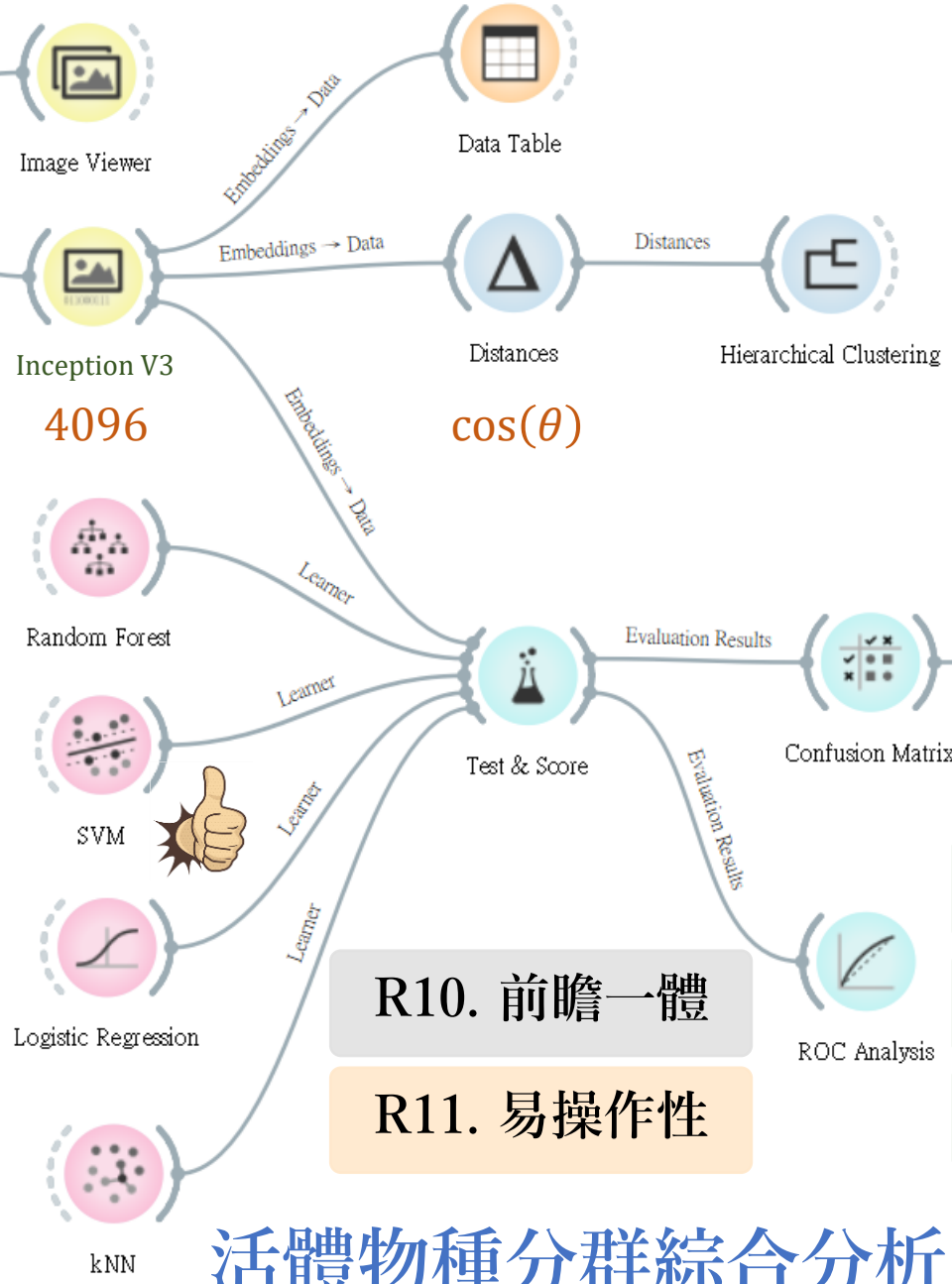
WRONG!

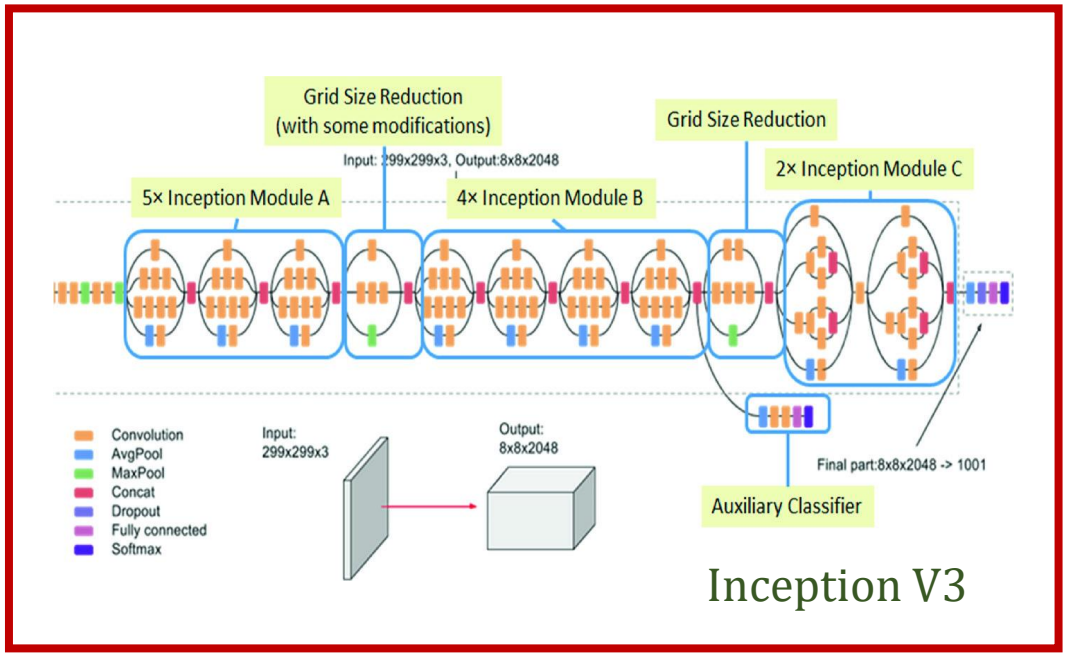


WRONG!

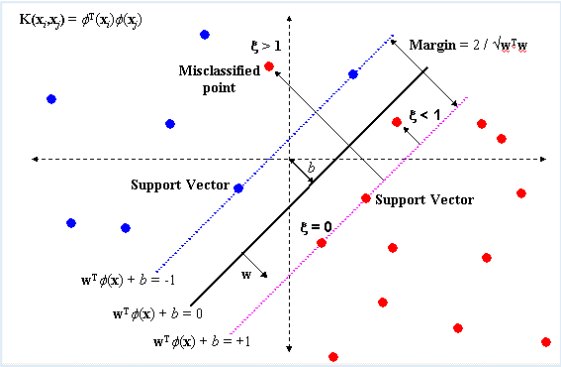


物件偵測產生相對座標 SSD: Single Shot MultiBox Detector





SVM



R10. 前瞻一體

R11. 易操作性

R04. 形體變化

R03. 多形辨識

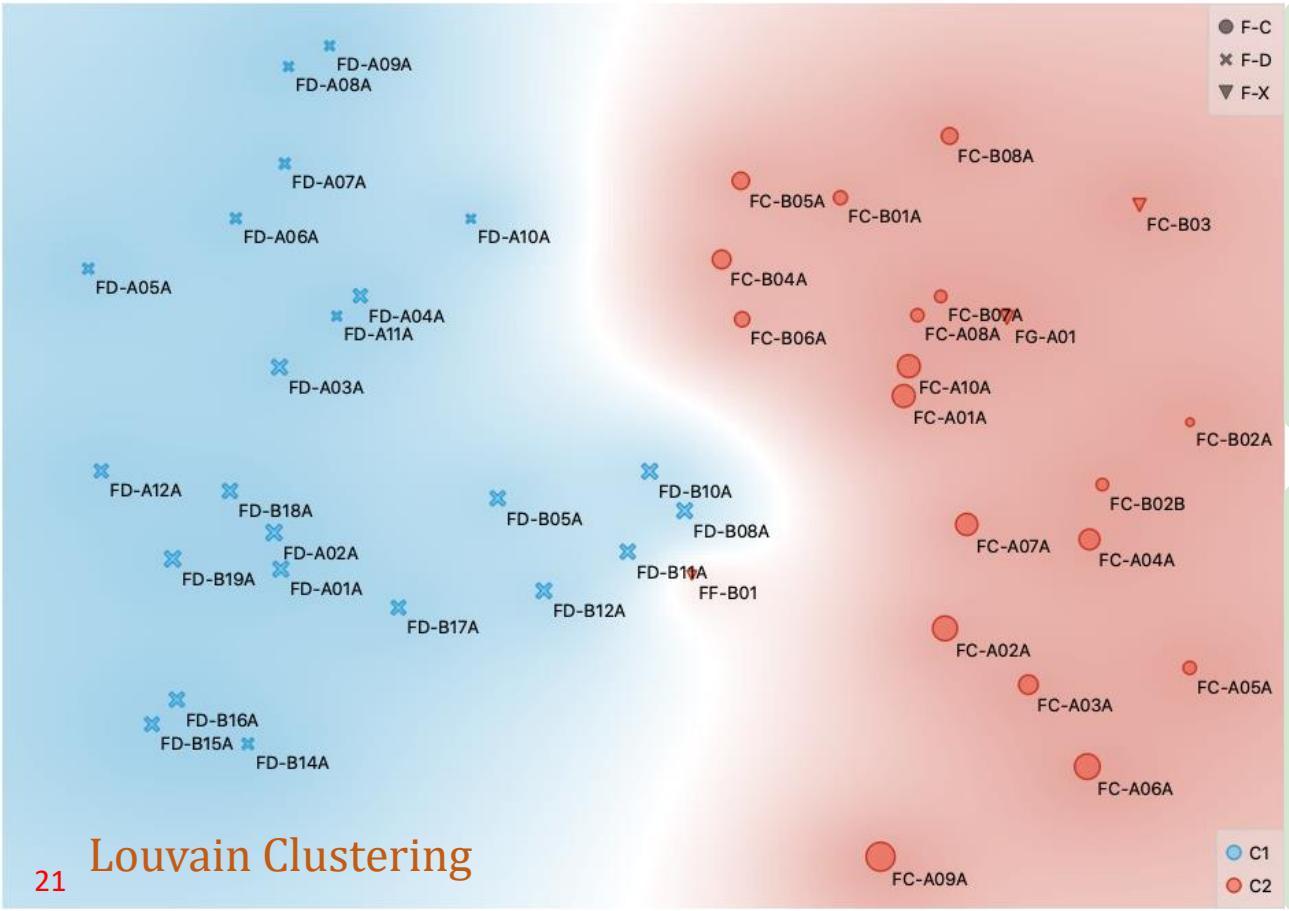
R07. 樣貌異常

活體物種分群綜合分析：遷移學習特徵抽取 +機器學習

活體物種分群準確度

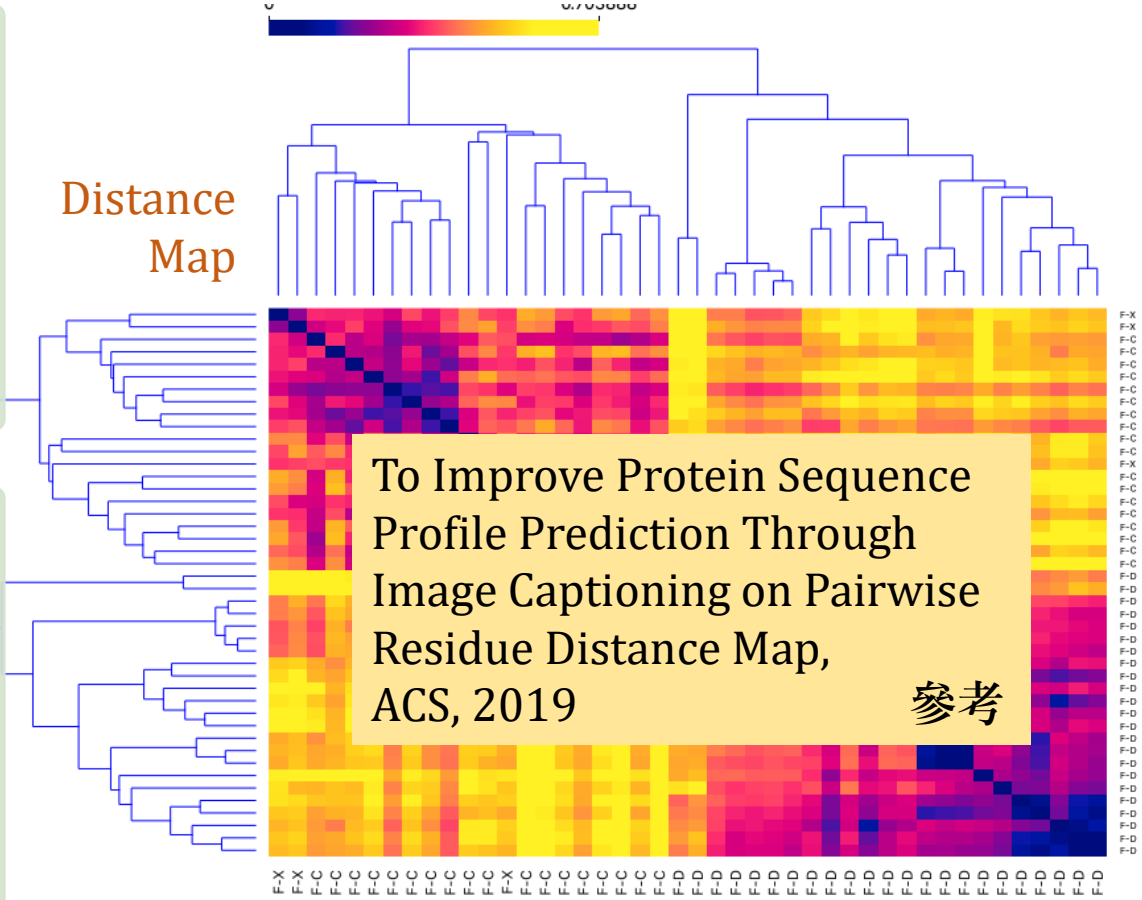
參考 A New Image Segmentation Approach Based on the Louvain Algorithm, IEEE, 2018

活體物種分群分析綜合模式可行



R03. 多形辨識

R04. 形體變化

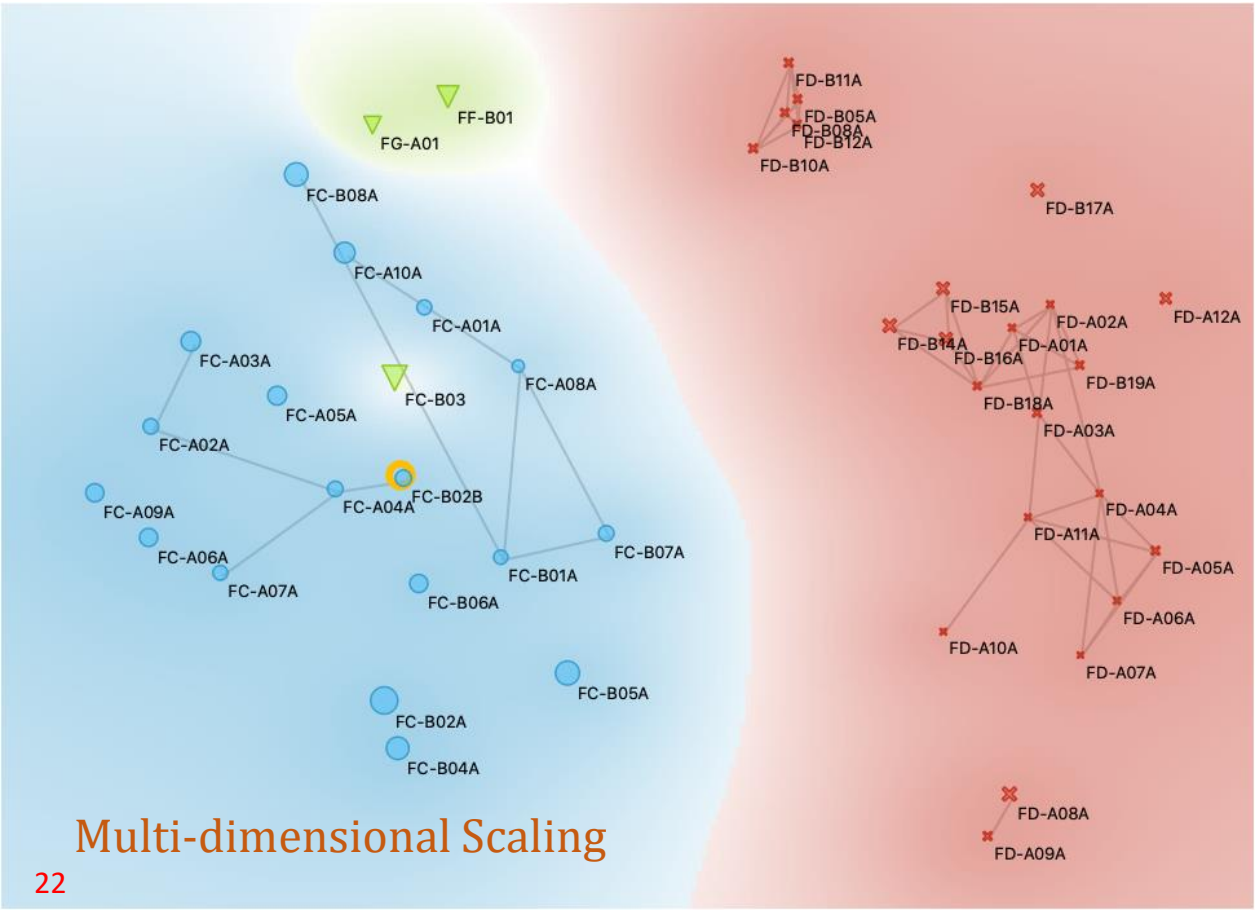


To Improve Protein Sequence Profile Prediction Through Image Captioning on Pairwise Residue Distance Map, ACS, 2019 參考

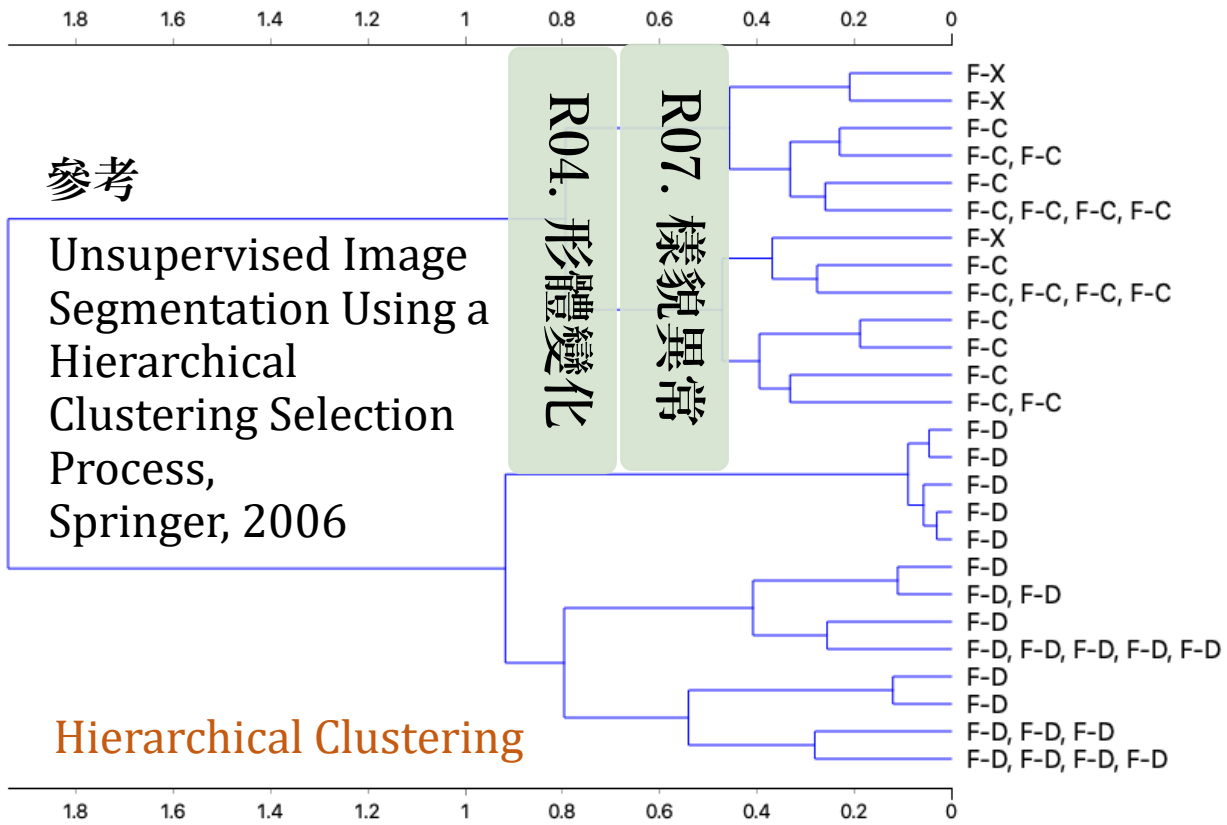
活體物種分群準確度

參考 Visualization of High-dimensional Data Using an Association of Multidimensional Scaling to Clustering, IEEE, 2004

活體物種分群綜合分析模式可行



Multi-dimensional Scaling



參考 Unsupervised Image Segmentation Using a Hierarchical Clustering Selection Process, Springer, 2006

Hierarchical Clustering

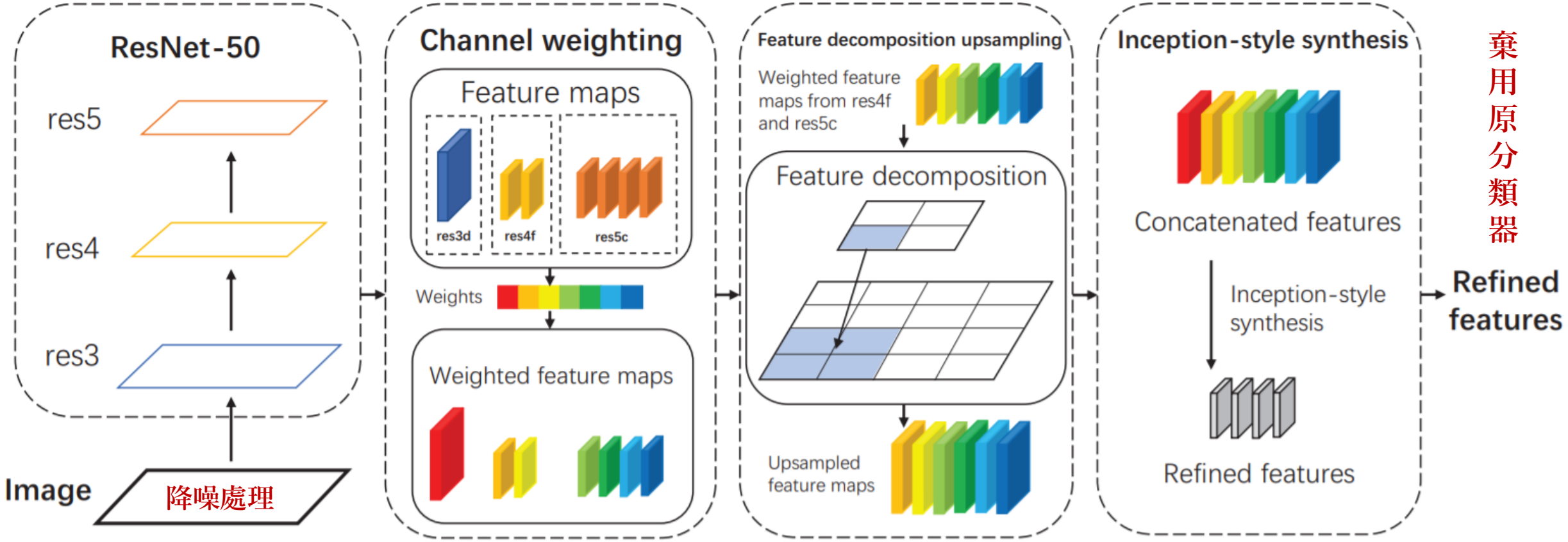
活體偵測模型設計：SSD ResNet50 FPN

SSD: Single Shot MultiBox Detector
CNN: 以多比例框尋找最大覆蓋率物件框

R02. 活體影像

R03. 多形辨識

FPN: Feature Pyramid Network
藉由深階與淺階特徵合併以強化特徵



訓練參數

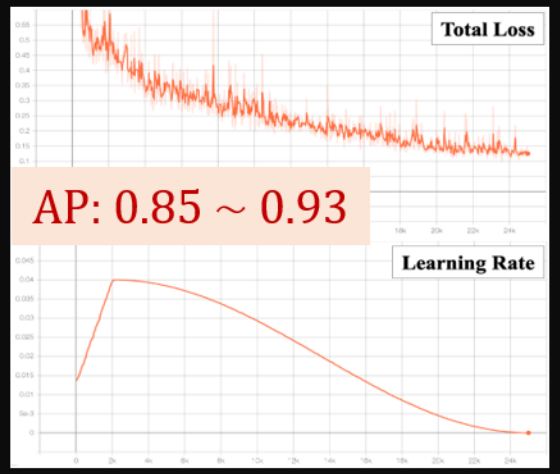
R04. 形體變化

R05. 棲息行為

引用 Detecting Heads using Feature Refine Net and Cascaded Multi-scale Architecture, IEEE, 2018
24th International Conference on Pattern Recognition (ICPR)

活體偵測模型準確度: 0.85+

```
Average Precision  (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area=   all | maxDets=100 ] = 0.847
Average Precision  (AP) @[ IoU=0.50      | area=   all | maxDets=100 ] = 0.926
Average Precision  (AP) @[ IoU=0.75      | area=   all | maxDets=100 ] = 0.915
Average Precision  (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area= small | maxDets=100 ] = -1.000
Average Precision  (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area=medium | maxDets=100 ] = -1.000
Average Precision  (AP) @[ IoU=0.50:0.95 | area= large | maxDets=100 ] = 0.847
Average Recall     (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area=   all | maxDets=  1 ] = 0.775
Average Recall     (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area=   all | maxDets= 10 ] = 0.897
Average Recall     (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area=   all | maxDets=100 ] = 0.904
Average Recall     (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= small | maxDets=100 ] = -1.000
Average Recall     (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area=medium | maxDets=100 ] = -1.000
Average Recall     (AR) @[ IoU=0.50:0.95 | area= large | maxDets=100 ] = 0.904
```



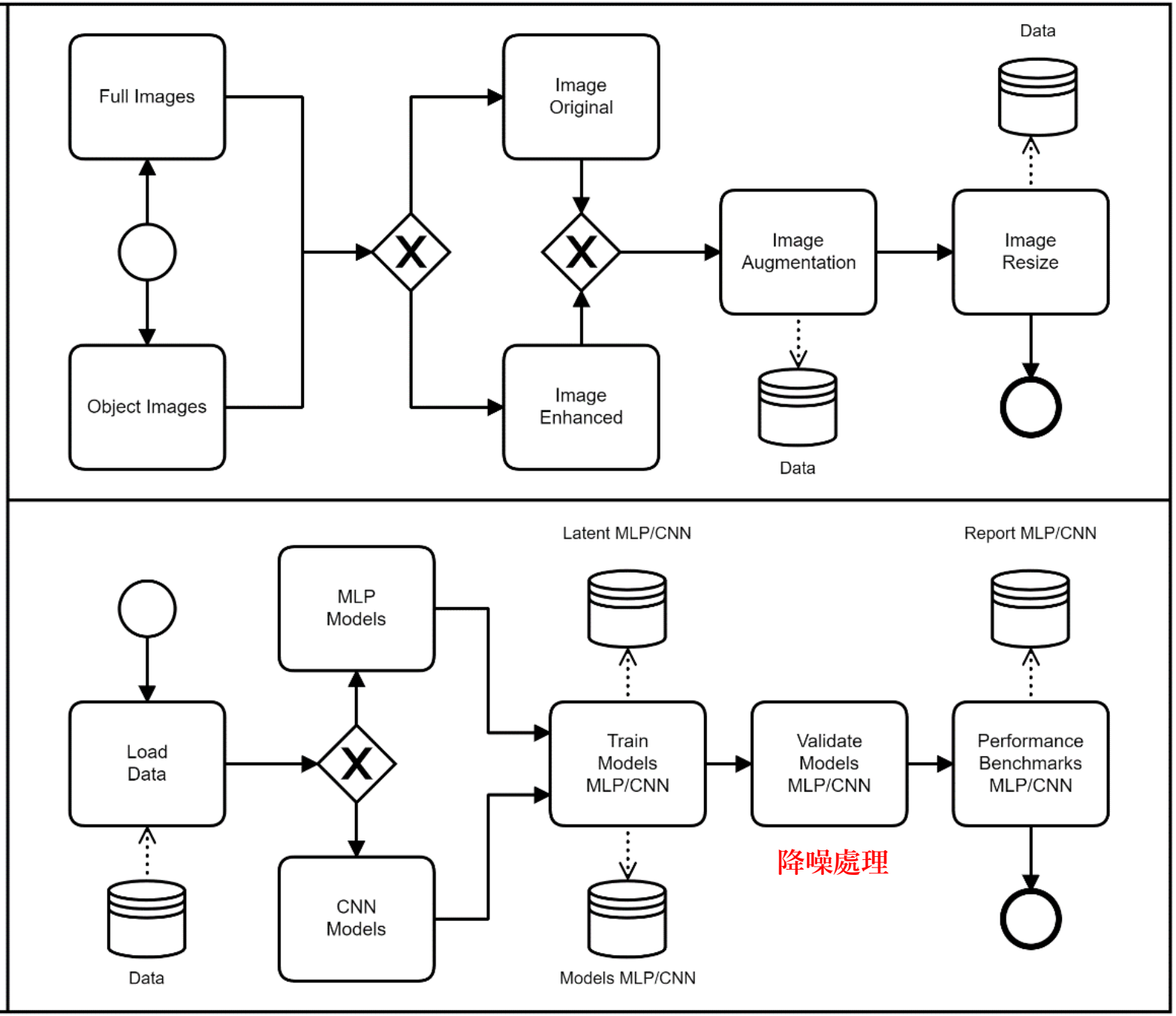
IoU: Intersection Over Union (物件框交集 ÷ 聯集面積) > 0.5 => Good !

```
I1208 21:40:47.619788 140211284969280 model_lib_v2.py:856]      + DetectionBoxes_Precision/mAP: 0.846593
INFO:tensorflow:        + DetectionBoxes_Precision/mAP@.50IOU: 0.925568
I1208 21:40:47.620540 140211284969280 model_lib_v2.py:856]      + DetectionBoxes_Precision/mAP@.50IOU: 0.925568
INFO:tensorflow:        + DetectionBoxes_Precision/mAP@.75IOU: 0.915387
I1208 21:40:47.621106 140211284969280 model_lib_v2.py:856]      + DetectionBoxes_Precision/mAP@.75IOU: 0.915387
```

```
I1208 21:40:47.622817 140211284969280 model_lib_v2.py:856]      + DetectionBoxes_Precision/mAP (large): 0.846698
INFO:tensorflow:        + DetectionBoxes_Recall/AR@1: 0.775253
I1208 21:40:47.623384 140211284969280 model_lib_v2.py:856]      + DetectionBoxes_Recall/AR@1: 0.775253
INFO:tensorflow:        + DetectionBoxes_Recall/AR@10: 0.896618
I1208 21:40:47.623924 140211284969280 model_lib_v2.py:856]      + DetectionBoxes_Recall/AR@10: 0.896618
INFO:tensorflow:        + DetectionBoxes_Recall/AR@100: 0.903738
I1208 21:40:47.624548 140211284969280 model_lib_v2.py:856]      + DetectionBoxes_Recall/AR@100: 0.903738
```

活體偵測展示影片

Autoencoder Framework



R02. 活體影像

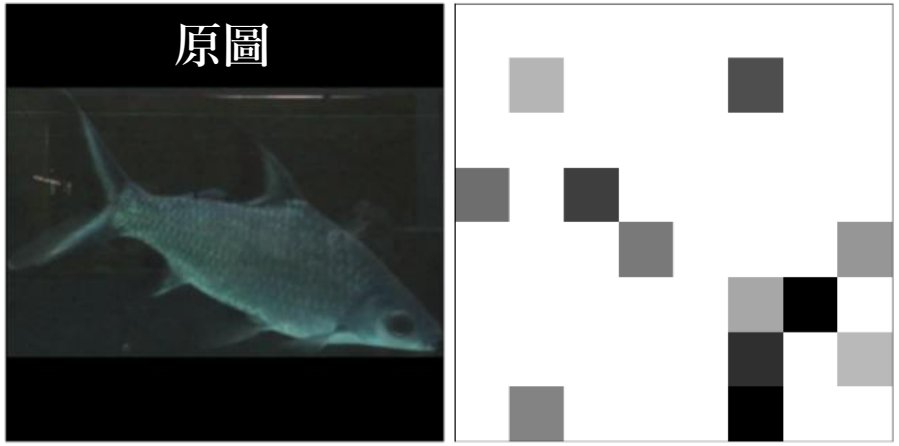
R03. 多形辨識

R04. 形體變化

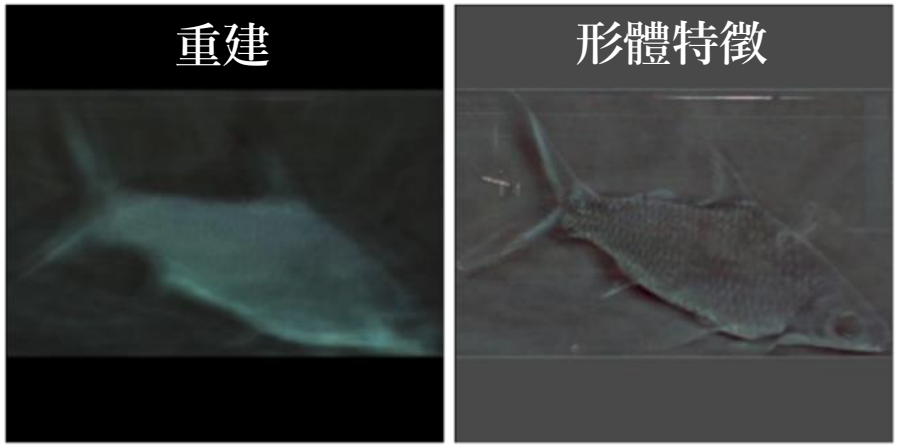
R07. 樣貌異常

R05. 棲息行為

R12. 可延展性

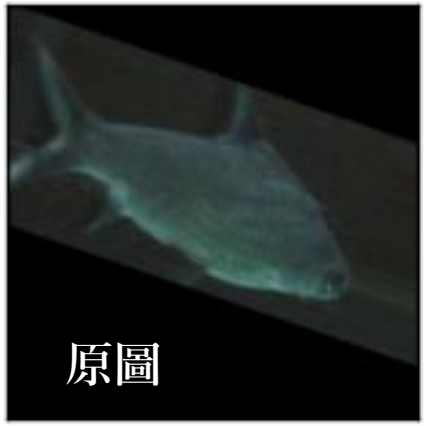


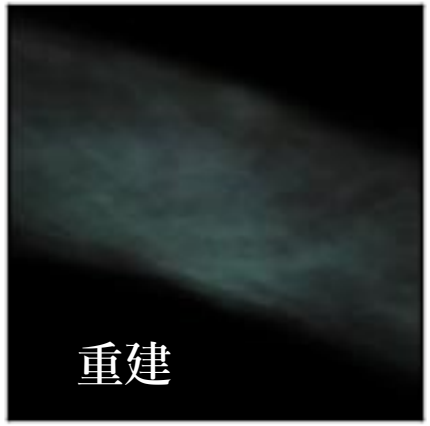
High → Low → Serialized → Repository

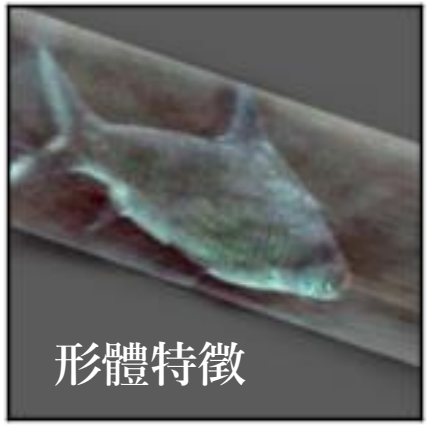


MLP

降噪處理



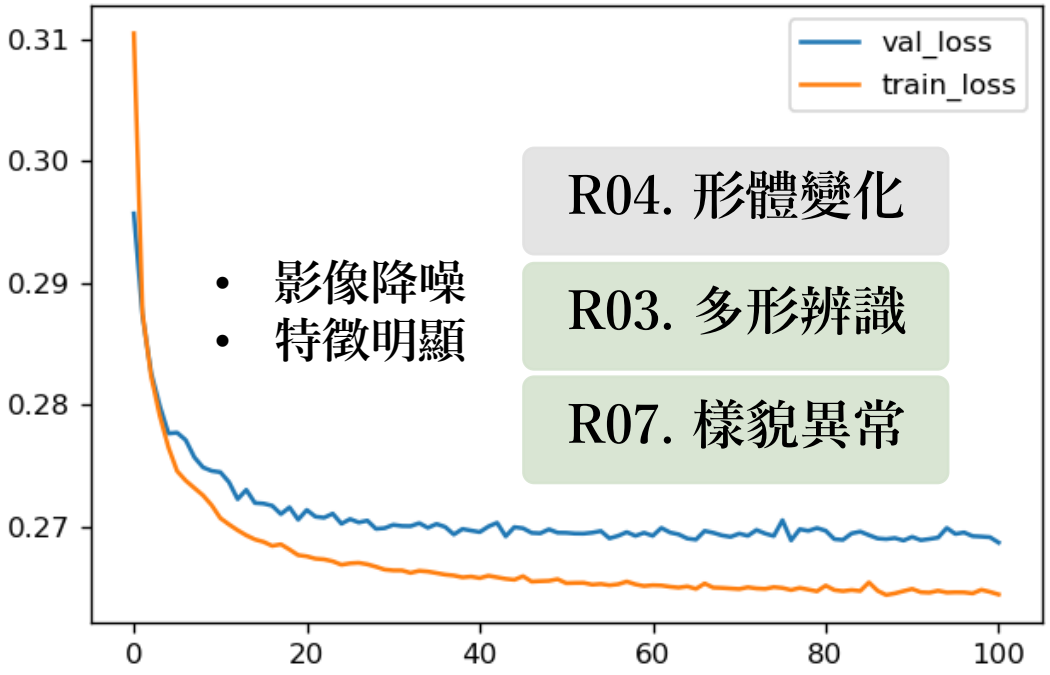




Model: "autoencoder"

Layer (type)	Output Shape	Param #
input (InputLayer)	[(None, 196608)]	0
encoded_256 (Dense)	(None, 256)	50331904
encoded_128 (Dense)	(None, 128)	32896
latent (Dense)	(None, 64)	8256
decoded_128 (Dense)	(None, 128)	8320
decoded_256 (Dense)	(None, 256)	33024
output (Dense)	(None, 196608)	50528256

Total params: 100,942,656
Trainable params: 100,942,656
Non-trainable params: 0



- 影像降噪
- 特徵明顯

R04. 形體變化

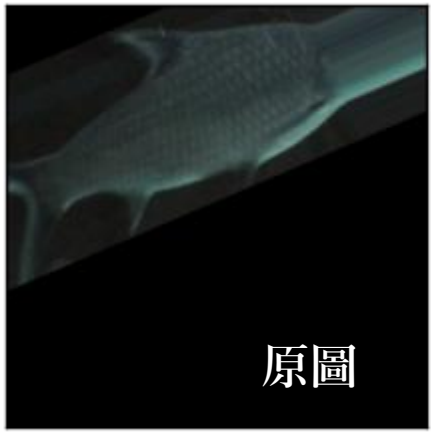
R03. 多形辨識

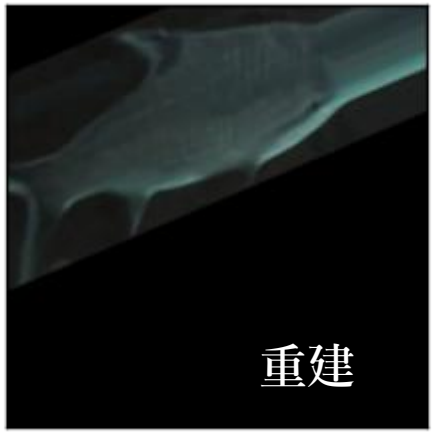
R07. 樣貌異常

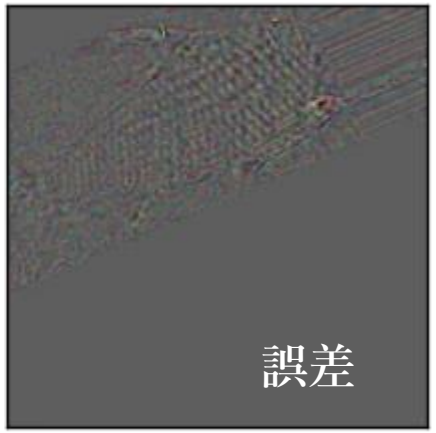
Autoencoder Networks for Hiv Classification, JSTOR, 2006

Layer (type)	Output Shape	Param #
input (InputLayer)	[(None, 256, 256, 3)]	0
Conv2D_64 (Conv2D)	(None, 256, 256, 64)	1792
MaxPooling2D_64 (MaxPooling2	(None, 128, 128, 64)	0
Conv2D_32 (Conv2D)	(None, 128, 128, 32)	18464
MaxPooling2D_32 (MaxPooling2	(None, 64, 64, 32)	0
Conv2D_16 (Conv2D)	(None, 64, 64, 16)	4624
latent (MaxPooling2D)	(None, 32, 32, 16)	0
Conv2DT_16 (Conv2DTranspose)	(None, 32, 32, 16)	2320
UpSampling2D_16 (UpSampling2	(None, 64, 64, 16)	0
Conv2DT_32 (Conv2DTranspose)	(None, 64, 64, 32)	4640
UpSampling2D_32 (UpSampling2	(None, 128, 128, 32)	0
Conv2DT_64 (Conv2DTranspose)	(None, 128, 128, 64)	18496
UpSampling2D_64 (UpSampling2	(None, 256, 256, 64)	0
output (Conv2D)	(None, 256, 256, 3)	1731

Total params: 52,067
Trainable params: 52,067
Non-trainable params: 0

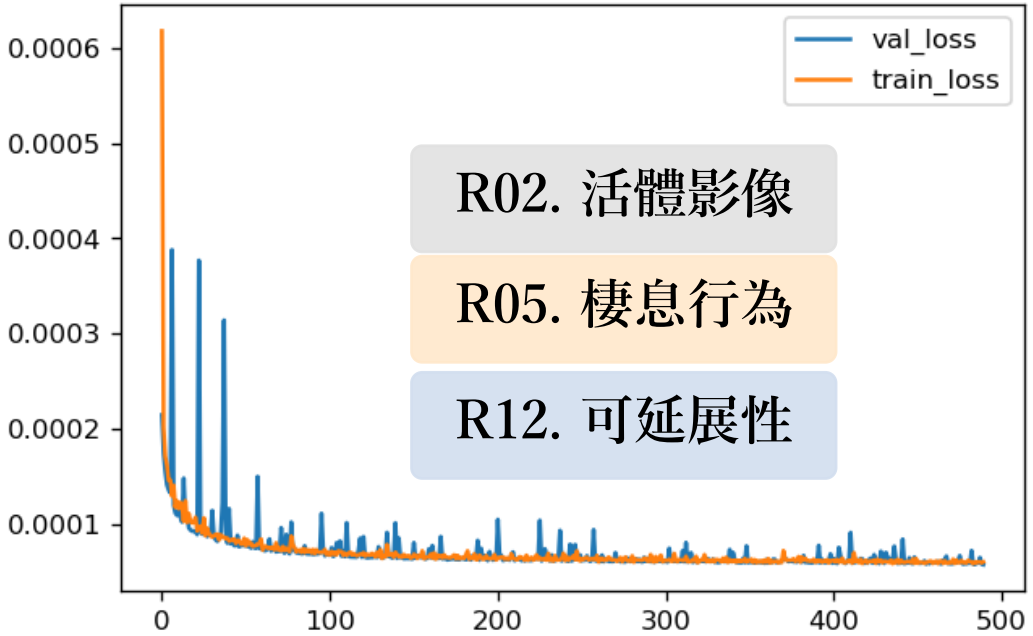






CNN

減維儲存



Medical Image Denoising Using Convolutional Denoising Autoencoders, IEEE, 2016

R05. 棲息行為

降噪減維展示影片

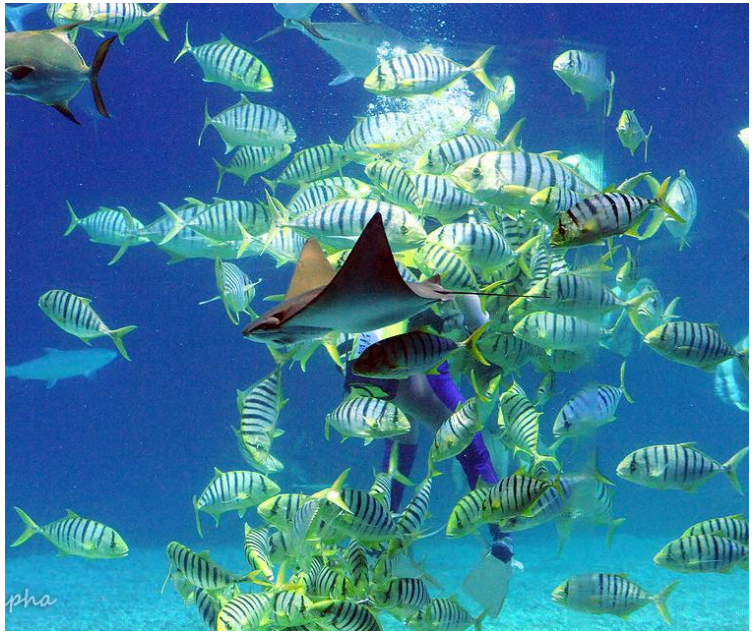
R12. 可延展性

R02. 活體影像

R04. 形體變化

R03. 多形辨識

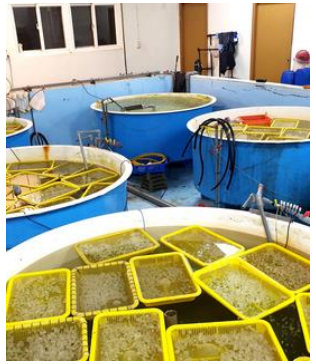
R07. 樣貌異常



結論

研究貢獻

深入學習



O

R10. 前瞻一體

R11. 易操作性

R13. 持有成本

RA. 如何提升民眾對海洋生物常識教育興趣
RB. 如何藉由活體生物辨識鏈結魚種資料庫
RC. 如何協助水族館管理員掌握異常活體生物
RD. 如何協助研究員分析活體生物行為長期變化
RE. 如何滿足前述需求建構置可實施框架

R02. 活體影像

N

R02. 活體影像

R03. 多形辨識

R04. 形體變化

R06. 活動異常

R05. 棲息行為

I

R02. 活體影像

R03. 多形辨識

R04. 形體變化

R07. 樣貌異常

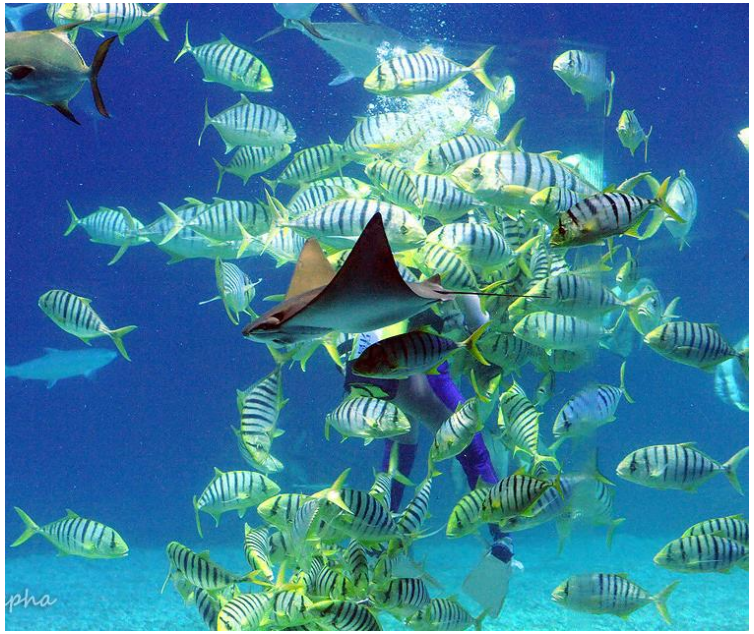
F

R09. 時間序列

R10. 前瞻一體

R12. 可延展性

R13. 持有成本



未來研究方向

台灣經濟魚種分析與應用

資訊工程跨領域研究

R07. 樣貌異常

R04. 形體變化

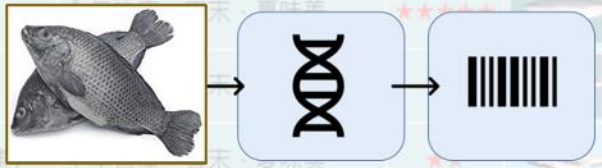
R05. 棲息行為

R08. 水質環境

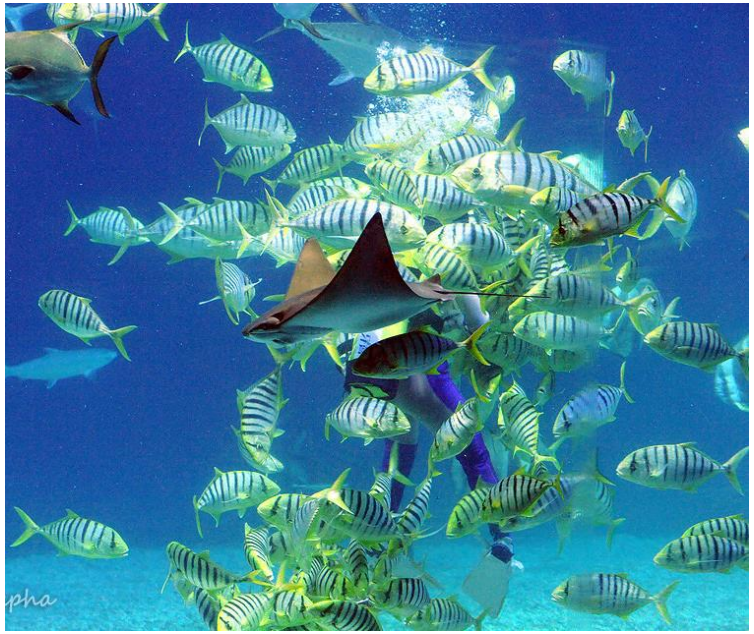
R01. 隨境即知

工程方法與實務結合

- A Deep Learning Model for Fish Classification Base on Dna Barcode, bioRxiv, 2021
- Classification of FISH Probes, Fluorescence In Situ Hybridization (FISH), 2016



創新科技運用 | 海洋科研資訊 | 海洋生態保育 | 全民海洋素養 | 研究與教育並重



感謝聆聽 敬請指導