



智慧科技 在設施農業應用

賴信忠

108年5月20日



大綱

一、前言

二、智慧農業產業現況

三、智慧農業產業問題與發展策略

四、試驗研究內容

(一)溫室設施智慧監控開發

(二)農業AI應用研究

五、展望未來:產業推廣及研究

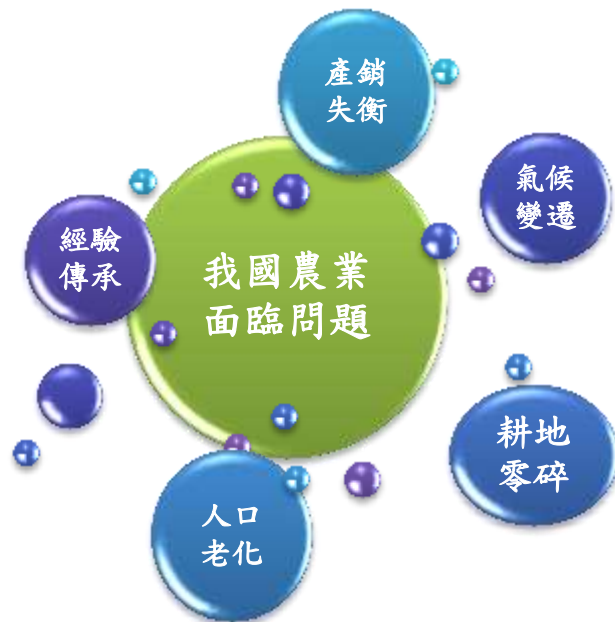
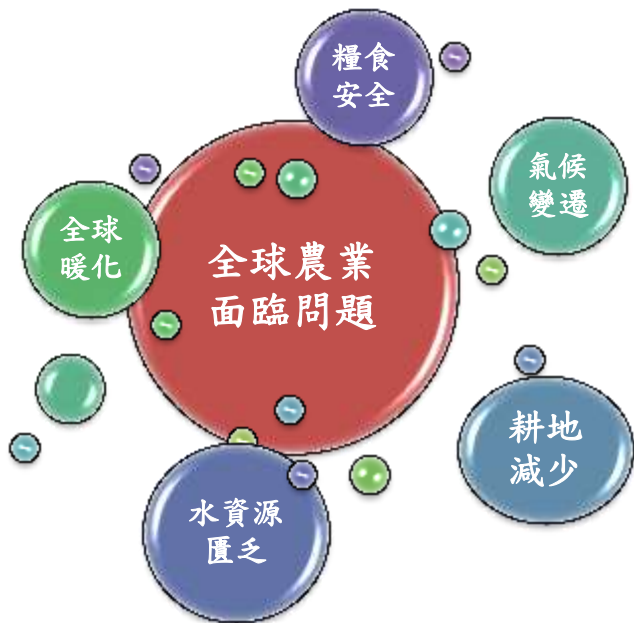
Abstract

Agricultural activities include production, farm management and marketing. Implicit experience pertaining to agriculture can be measured by the Internet of Things(IoT). Artificial intelligence(AI) is capable of self-learning and replicate to create digital twins. Smart technology can reduce management cost and increase efficiency, which will be an quintessential instrument in the future.

The smart agriculture market was valued 9.2 billion USD in 2016 and the annual growth rate is 13.8% which will result in 18.4 billion in 2022 as predicted. The “Smart Agriculture 4.0 Framework Project” was implemented in 2017 aiming at safety, efficiency and low risk, with an emphasis on smart production, digital service and smart management.

Our team applies IoT and AI agriculture management to image recognition and crop growth model to identify different crop growth periods; in the meanwhile, the soil electrical conductivity (EC) is monitored and nutrient solution is formulated. The management program will be activated upon different crop growth period, and accordingly, the irrigation, nutrient solution, temperature and light intensity will be automatically regulated, and therefore creates a good environment for crop to grow and stabilizes yield and quality. By applying agriculture produce image recognition grading system, a universal grading standard can be established. Long-distance smart management can be realized through agriculture dashboard.

一、前言-農業面臨問題



前言-智慧農業緣起

源於1990年代的**精準農業**，以解決大農體系無法顧及田地間差異，而利用衛星、遙測等科技，精準施用肥料、農藥等，以落實永續農業並降低成本。

智慧農業發展至近代，無論大農或小農國家，皆面對極端氣候、農業人力老化、食品安全等挑戰。

全球紛紛應用**物聯網**、**大數據**等技術，並透過**感測器**更即時、更準確地掌握關鍵數據，輔以**專家系統**進行判讀，期能更有效全面維護糧食安全、食品安全、及生態安全。



露天田，農作物容易受到氣候、病蟲害影響。





設施耕作環境
依作物產值及管理需求
選擇適合設施設備



二、智慧農業產業現況

智慧農業市場從2016年的90.2億美元達到2022年的184.5億美元，年增長率**13.8%**。當中成長潛力最高的曳引機的GPS裝置、無人機監測系統等，(MarketsandMarkets, 2017)。2016年日本智慧農業的國內市場規模為104億2,000萬日圓（較前年度成長107.2%），以經營支援系統、自動操作裝置、環控裝置、農業雲等領域為主。



2022年ASEAN智慧農業與務聯網的應用
資料來源:STPI，科技發展觀測平台

我國農業設施統計

104年底農牧業採農業設施栽培者計5萬1,653 家，設施栽培面積計3萬3,972 公頃，5年間增加3,690公頃或12.2%，以使用水平棚架1萬4,902公頃或占43.9%最多，網室（含遮陰網）1萬1,760公頃或占34.6%次之，兩者栽培面積合計占78.5%。

104年底農牧業使用農業設施栽培情形

項目	家數	%	面積(公頃)	%
簡易隧道棚	3,020	5.85	2,156	6.35
水平棚架	25,126	48.64	14,902	43.87
網室(含遮陰網)	16,359	31.67	11,760	34.62
塑膠布網室	3,014	5.84	1,905	5.61
溫室	2,028	3.93	1,447	4.26
其他設施	3,002	5.81	1,802	5.30
合計	51,653.	100	33972	100

註：資料來源104年農林漁牧業普查。

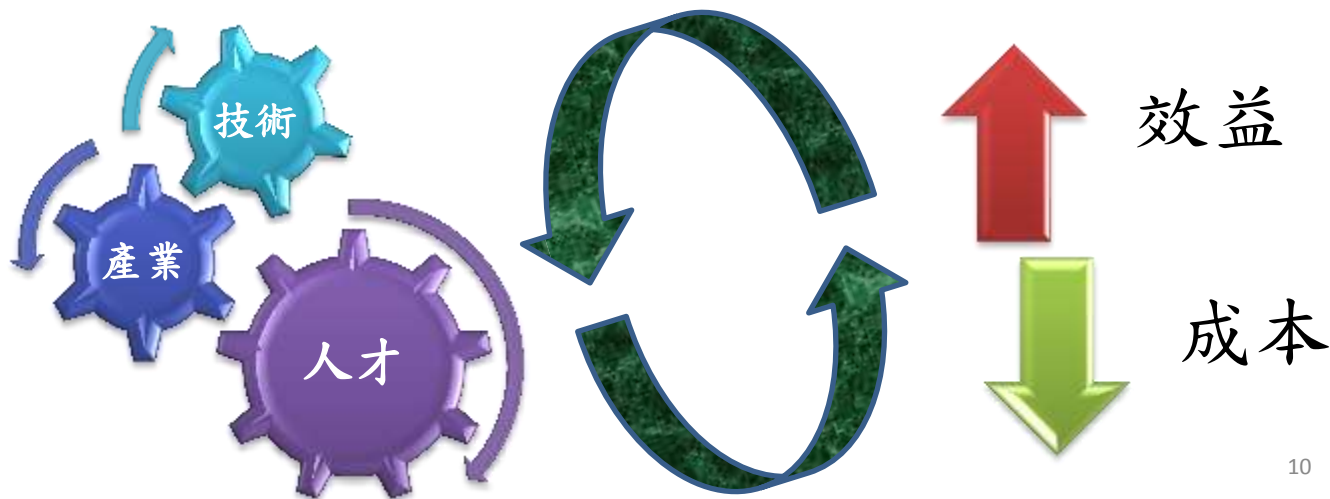
三、智慧農業產業問題與發展策略

我國智慧溫室受限於建置**成本與收益**，主要應用於高價作物及植物工廠等高階溫室。

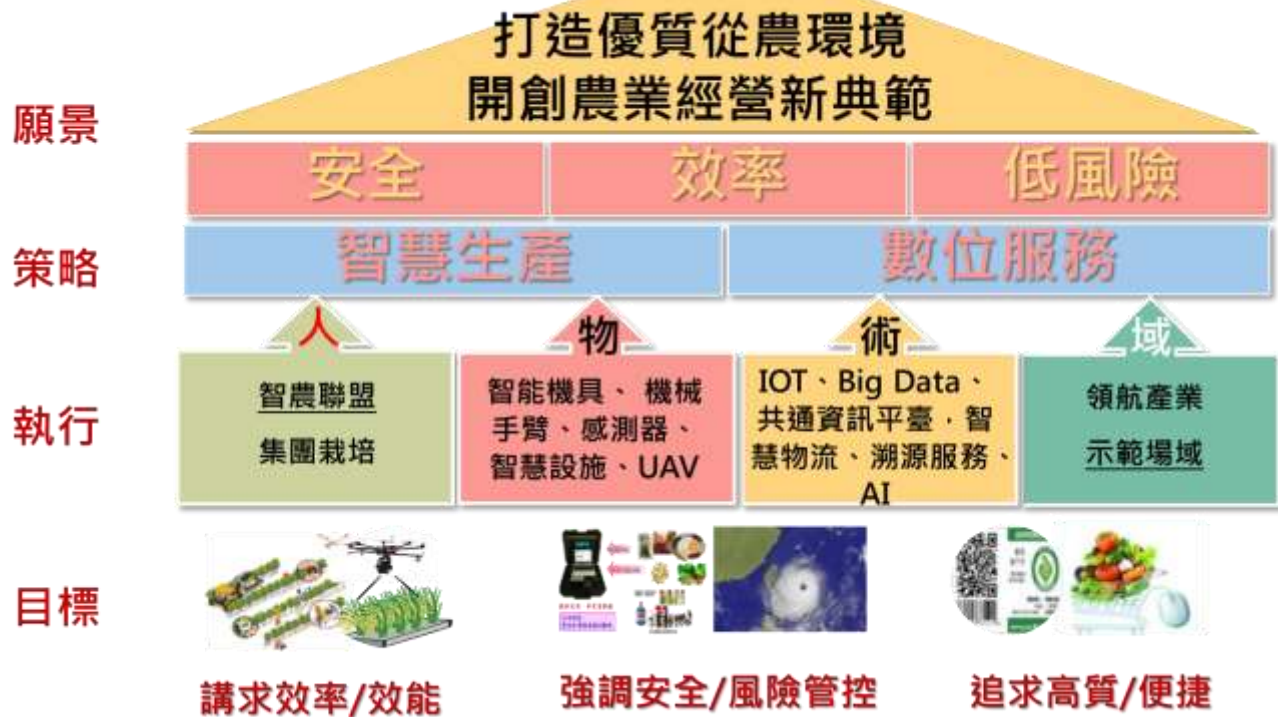
智慧農業產業**規模不足**，缺乏資源跨域整合，經營效率不高。

智慧農業是高效率地利用各種農業資源、降低農業成本和能耗、減少農業生態環境破壞等為目標。

利用物聯網及資通訊技術來解決當前農業的問題，將目前農業耕作模式進行最適化。

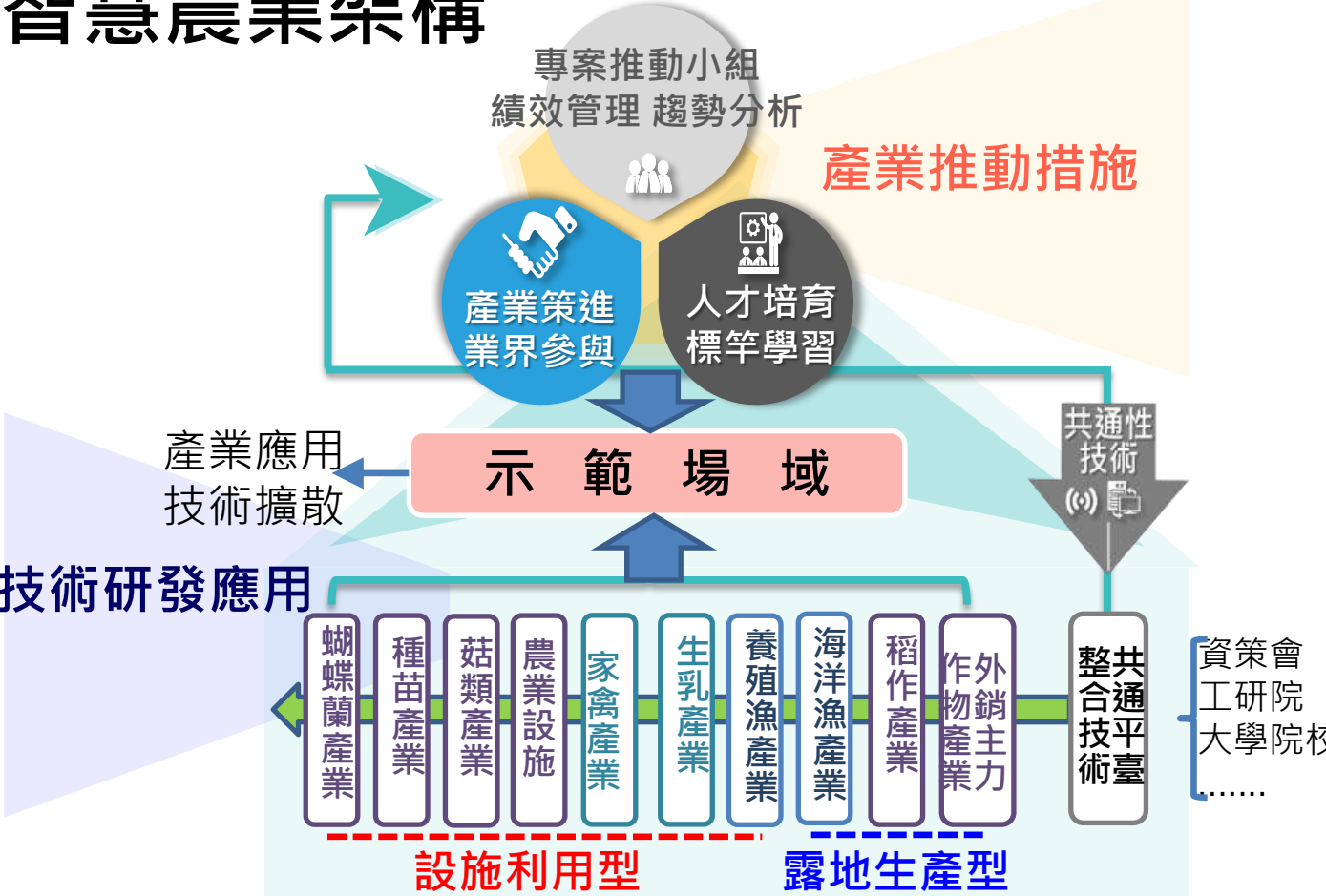


我國智慧農業發展策略



自2017年起推動「智慧農業4.0綱要計畫」，以安全、效率、低風險為願景目標，智慧生產、數位服務為主軸，透過智能生產與智慧化管理，推動台灣農業加速朝智慧化發展。(資料來源:農業試驗所)¹¹

智慧農業架構





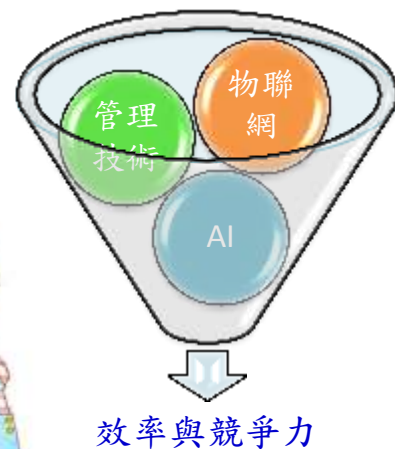
智慧科技在農業

農業活動涵蓋生產、農場管理及行銷，物聯網讓隱性農業**經驗**具有可被量測。人工智慧學習與複製能力，創造數位分身，智慧科技降低管理成本與提升經營效益，未來農業經營新利器。



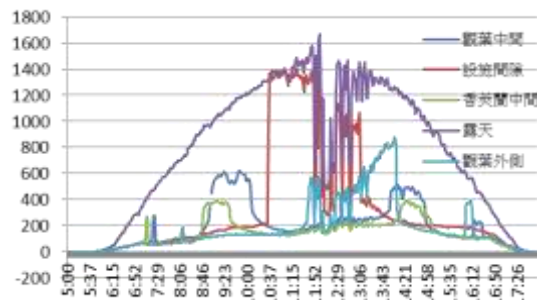
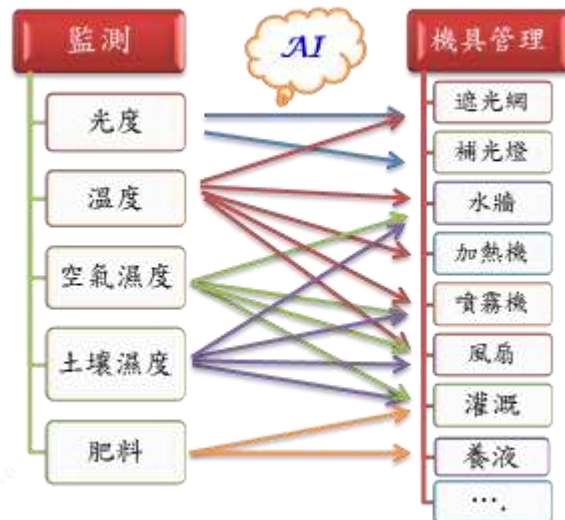
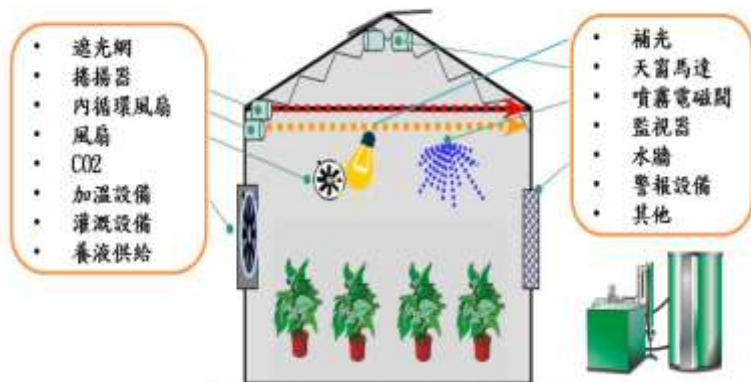
智慧科技與作物生產

- 作物生長與環境(光、水分、溫度、CO₂、肥料、病蟲害)
- 管理設備與環境控制(遮光網、補光、降溫、升溫、風扇、水牆、噴霧、灌溉、養液、噴藥...)
- 人工智慧與物聯網(監控裝置)



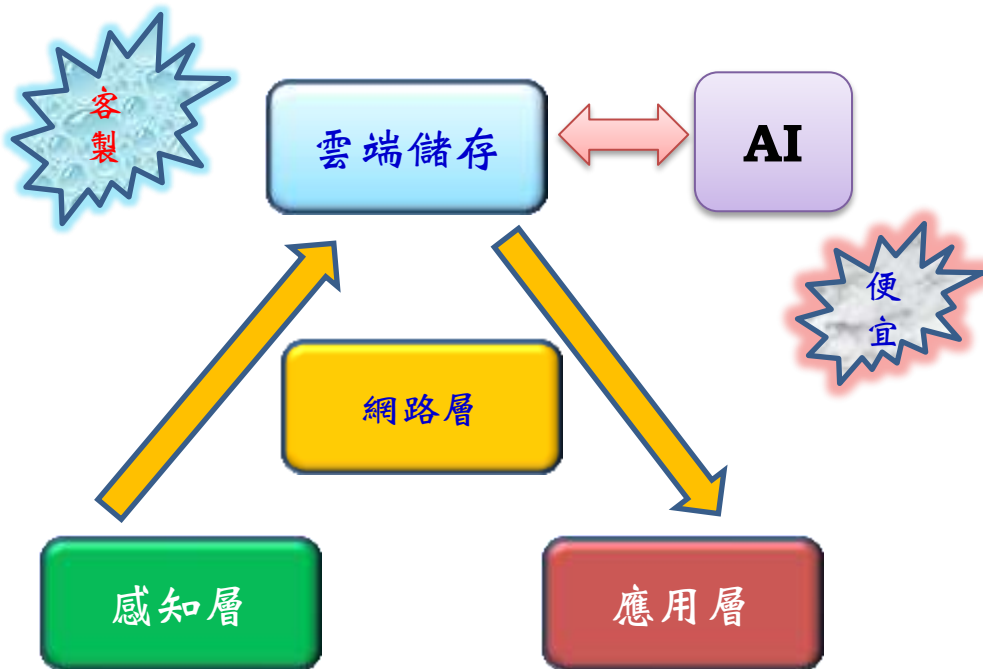
環境監測與設備控制：

作物有其適合生育環境，透過感測器監測環境，借助AI整合多種設備調控環境，使其達到**低耗能、高效率及模擬人為管理**之目的。



物聯網：

就是**物物相連的網際網路**，通過信息傳感設備，按約定的協議，把任何物品與網際網路相連接，進行信息交換和通信，以實現對物品的智能化識別、定位、跟蹤、監控和管理的一種網絡。

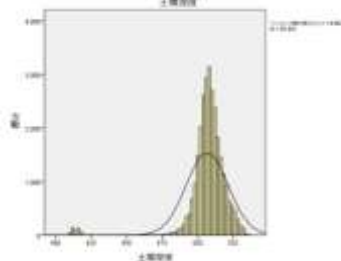
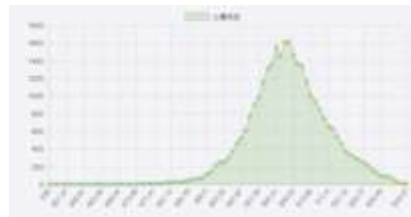
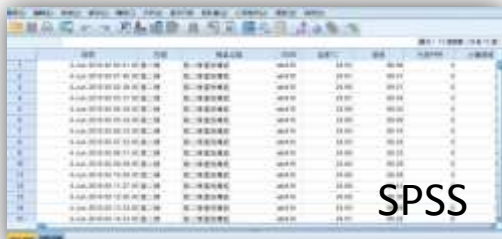


智慧農耕與數據分析

一、「資料」為事實的紀錄，透過**運算分析**產生對使用者有意義的「資訊」。資訊管理就是對人力與物力等資源做有效的運用。

二、決策支援:藉由完備、有效的資訊幫助決策者做最好政策的判斷與決定。

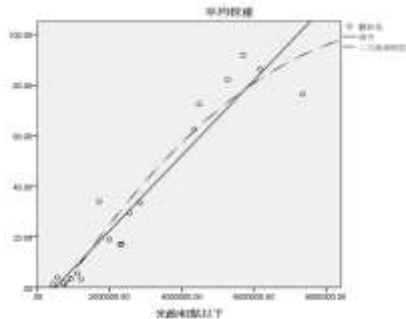
三、環境感測器紀錄栽培環境，透過數據分析，將田間數據資料轉為管理資訊，進而建立智慧農耕管理模型。



人工智慧

人工智慧: 模擬、延伸和擴展人的智能的理論、方法、技術及應用系統的技術科學。是對人的**意識、思維**的信息過程的模擬。通過普通**電腦程式**的手段實現的人類智慧技術。

機器學習是讓電腦做**預測**或**分類**的演算方法。透過蒐集**大量原始數據**與標準答案，以訓練資料調整且選擇相應的數學模型，同時並藉由驗證資料比對計算分類結果，用來預測或分類。



遮光0% 25% 50%

人工智慧 (Artificial Intelligence)

Strong AI

Weak AI

機器學習 (Machine Learning)

監督式學習

非監督式學習

增強式學習

深度學習 (Deep Learning)

DNN

CNN

RNN

大數據 Big Data 分散式儲存

GPU、TPU 平行運算

機器學習 Machine Learning

監督式學習 Supervised Learning

分類 Classification

二元分類 Binary Classification

多元分類 Multi Class Classification

回歸分析 Regression

非監督式學習 Unsupervised Learning

分群 Clustering

強化學習 Reinforcement Learning

Q-learning TD

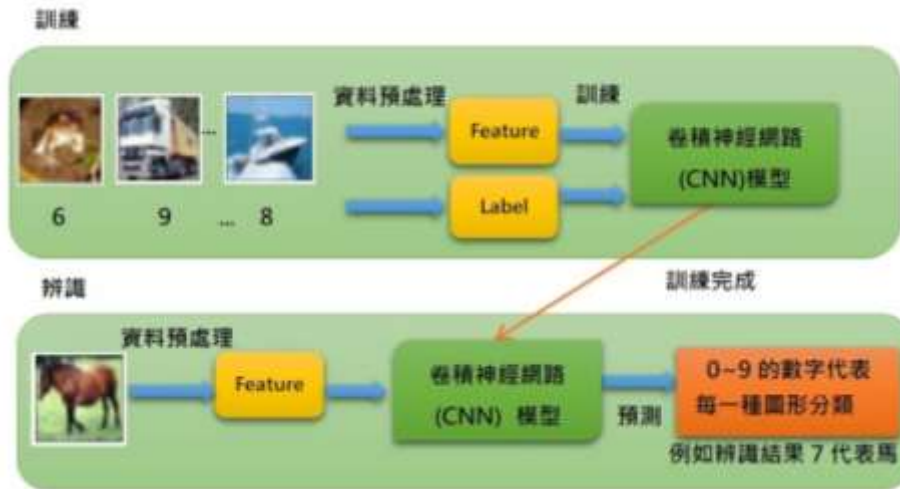
深度學習VS影像辨識

深度學習是人工智慧中，成長最快的領域，電腦模擬人類神經網路的運作方式，將神經元分為多層次，來模擬神經網路。通常會有1個輸入層、1個輸出層、隱藏層可以非常多層。

常見的深度學習架構，如多層感知器、**卷積神經網路CNN**、遞迴神經網路RNN。常應用於視覺辨識、語音識別、自然語言處理等領域。

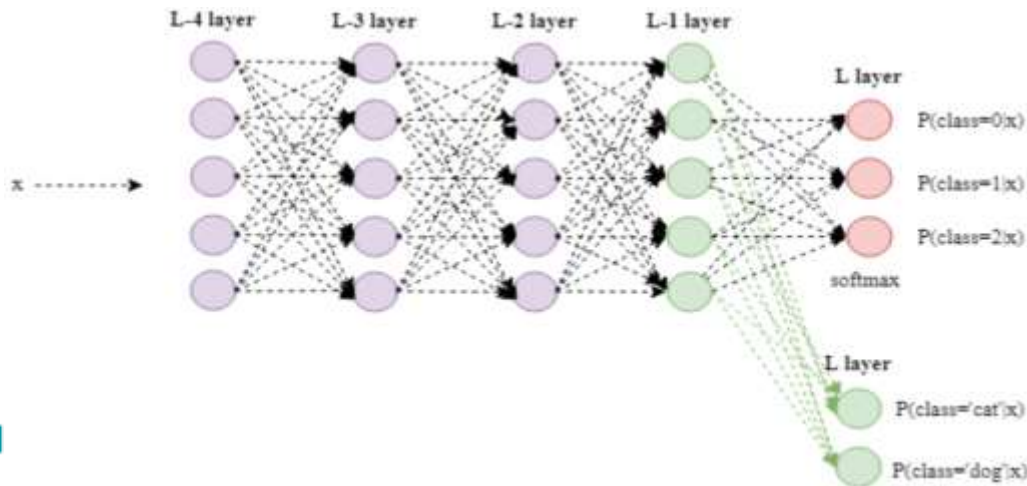
深度學習需要大量標記的資料，才能訓練模型(model)。

深度學習網路就像**黑盒子**(black box)，人們不容易理解模型中各網路層的內涵，就無法做出有效的調整。



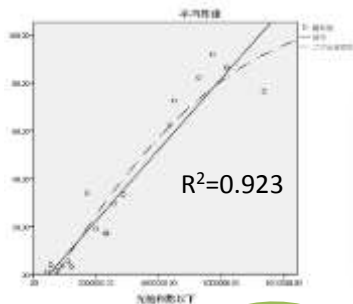
遷移式學習

- 遷移學習 (Transfer Learning) 是一種機器學習方法，是把一個領域（來源領域）的知識，遷移到另外一個領域（目標領域），使得目標領域能夠取得更好的學習效果。
 - 加速學習速度
 - 目標領域樣本數量少時也有不錯的效果



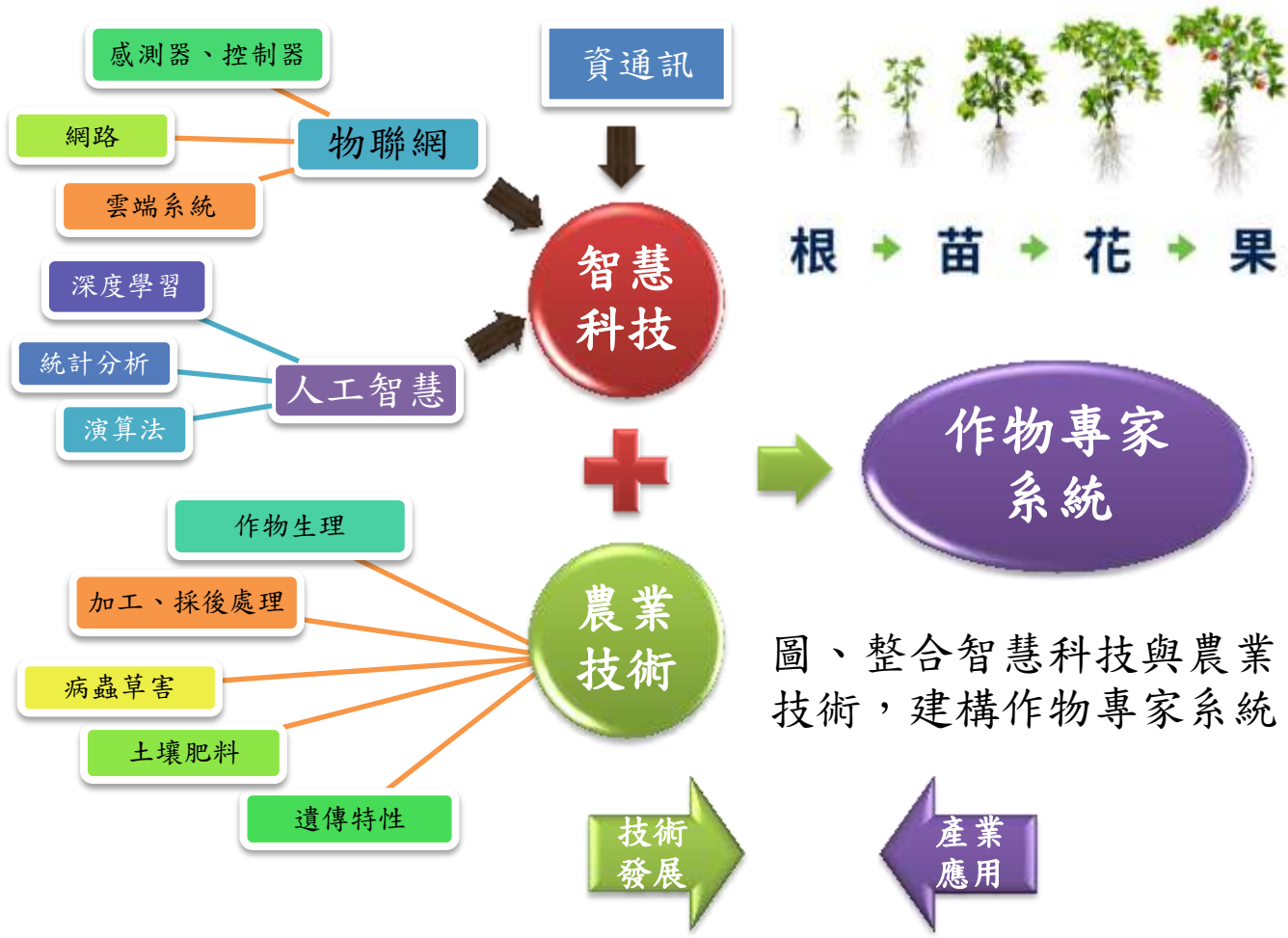
IOT+AI=AIOT

AIOT三項重點: AI感測晶片、AI演算法、AI應用平台
發展方向: 軟硬體整合、開放式平台、建立應用生態系
(工研院IEK資深分析師陳右怡)



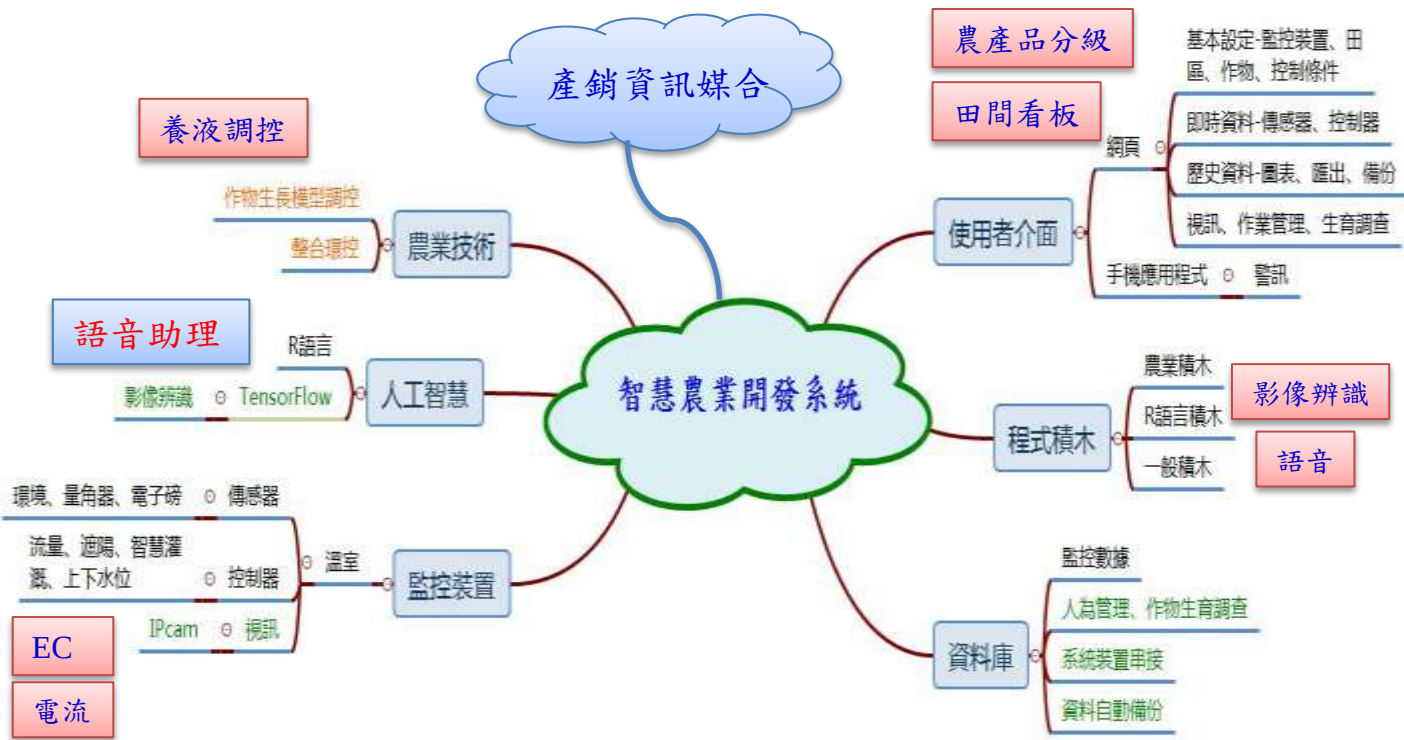
0% 25% 50%







桃園場智慧農業研發策略地圖





智慧農業開發系統

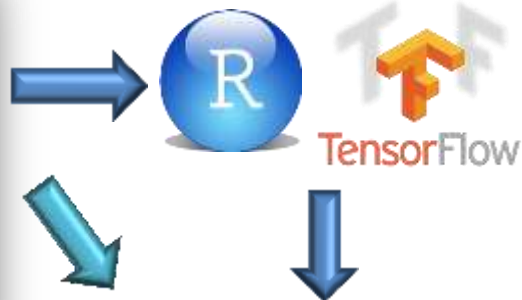
整合物聯網、數據分析及農業技術，提供**栽培技術專家**開發作物智慧栽培管理模組，透過遠端監測控制，自動化田間栽培管理，解決農業生產環境差異及管理人員技術不足。

系統架構：使用者操作介面、作業及生育調查記錄、監控裝置、視訊、視覺化程式積木、R語言及影像辨識、資料庫及雲端平台。





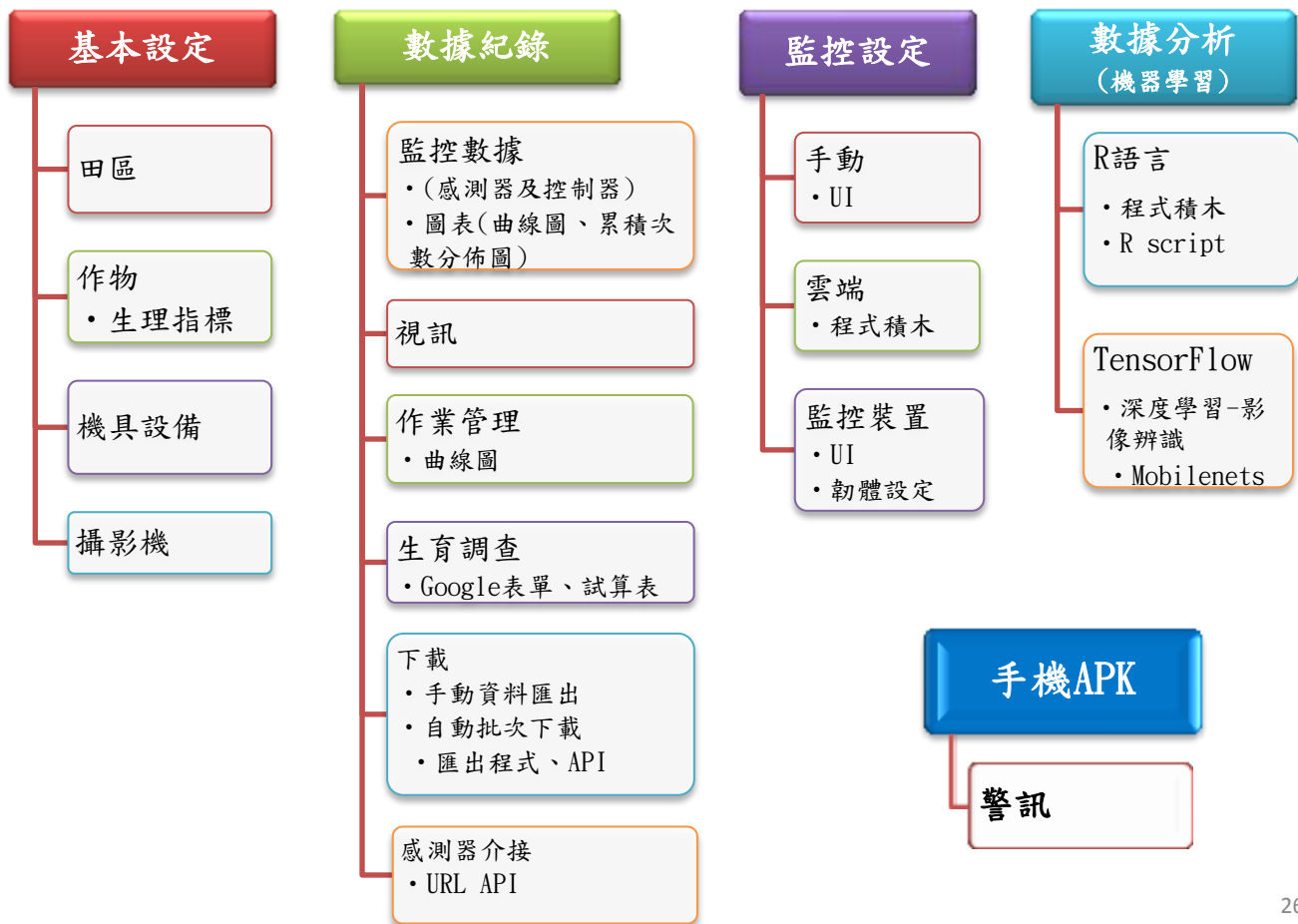
智慧農業開發 系統運作架構



控制條件設定



智慧農業開發系統主要功能介紹

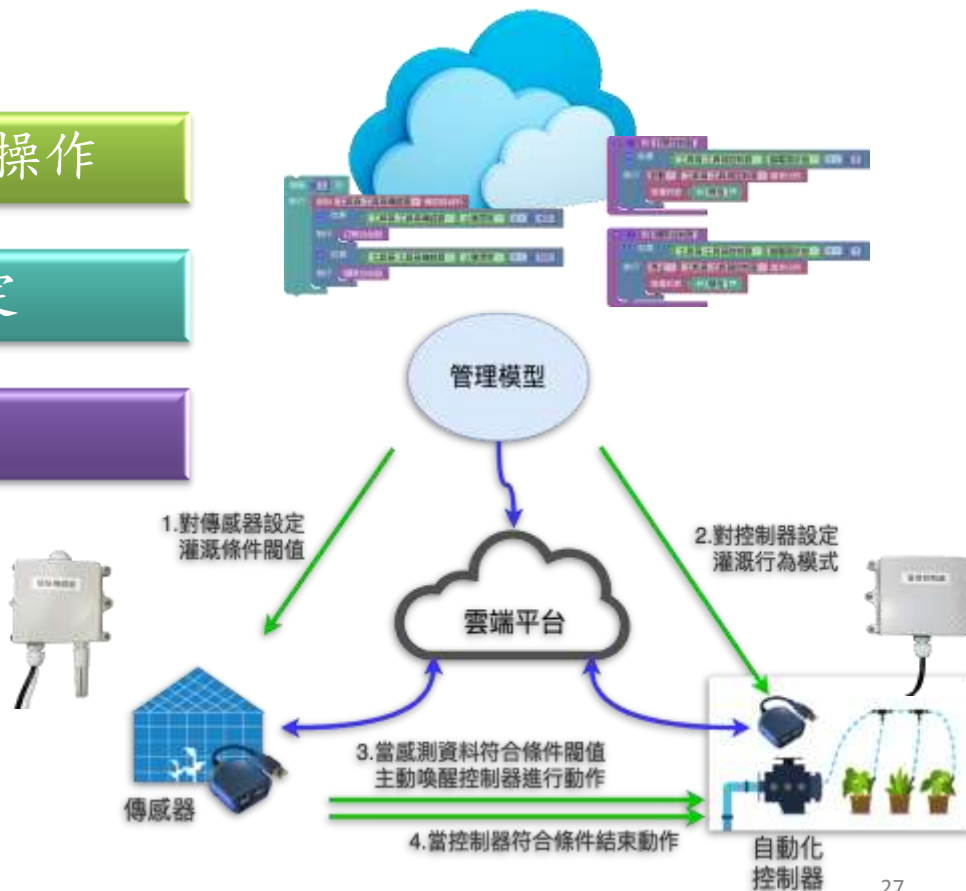


監控程式設定

遠距手動操作

韌體設定

積木設定



程式積木



視覺化編輯器 > 時間排程-2 (已儲存變更)

積木

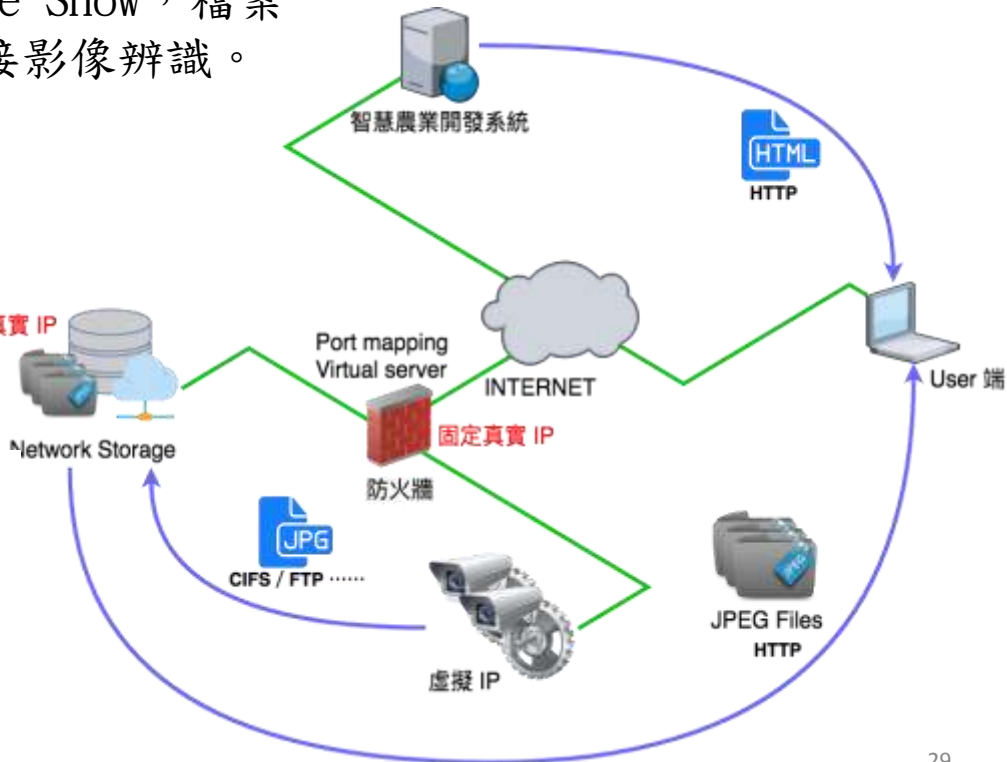
JavaScript

- 專案
- 裝置管理
- 排程管理
- R語言
- 變數
- 流程
- 基本功能
- 邏輯
- 迴圈
- 數學式
- 文字
- 列表
- 顏色
- 進階功能
- 控制台
- 等待
- 數值轉換
- 資料庫



視訊

串連IPCam，Snapshot設定，作業現場及網外Live Show，檔案儲存及搜尋。串接影像辨識。





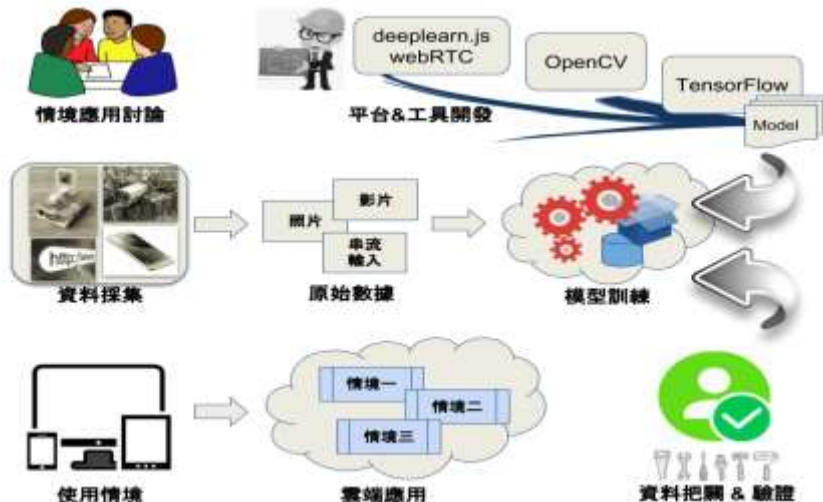
數據分析 (機器學習)

R語言

- 程式積木
- R script

TensorFlow

- 深度學習-影像辨識
- Mobilenets





監控裝置與自動控制模組

環境傳感器：

光度、空氣溫度、
濕度、土壤濕度



電子磅傳感器：

20公斤、200公斤



無線傳輸監控裝置



三軸加速傳感器：量角器、光度計



控制器(馬達、灌溉)：流量計(4分、6分)
、繼電器

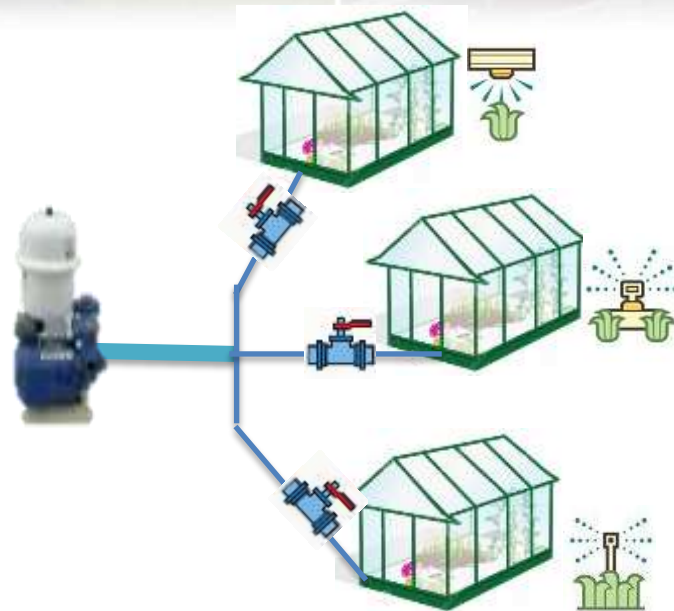




自動控制模組

一、自動灌溉模組

- 配合感測器、控制裝置及雲端系統，進行自動灌溉管理。
- 程式部屬可分為**傳感器**、**馬達控制器**及**灌溉控制器**。
- 灌溉模式可分為**定時供水**及**智慧供水**。智慧供水設定依感測器（電子磅、土壤濕度計等）閥值啟動，並依據設定灌溉時間、水量或電子磅數值關閉。供水期間可設定間歇供水。
- 每次只啟動一間灌溉。
- **安全機制**：無水流、離線關閉馬達，強制關閉供水。





二、自動遮陰控制模組

平均日照量過高，自動打開遮光網減少作物的日照量。持續風力達一定標準就自動捲收遮陽網，降低風阻避免遮陽網設備毀損。



三、自動感測灌溉模組

因應都會居家小型庭院及植栽智慧灌溉需求，整合流量計、電容式土壤濕度計、繼電器及傳輸模組，以控制程式監測及控制電磁閥開關，達到智慧灌溉。



四、上下水位控制模組

水稻田專用水位監測及控制馬達。
所監測數據上傳智慧農業開發系統，
依水稻生育期控制水位高低，可確
保水稻生育條件，降低人為管理成
本，促進產業發展。





108年度計畫與工作項目

開發設施作物自動監控及演算法數據分析建模

- 田間作物生育期影像辨識
- 作物生長模型(R)
- 養液自動調配供給模組

影像辨識系統在聖誕紅及蝴蝶蘭盆花拍賣市場與消費者的應用

- 蝴蝶蘭盆花品質分級影像辨識
- 聖誕紅盆花品質分級影像辨識

柑橘品質分級影像辨識應用於線上交易媒合平台之研究

- 柑橘果實品質分級影像辨識
- 農產品產銷資訊媒合平台

開發設施作物智慧管理

賴信忠、楊雅淨、呂朝元

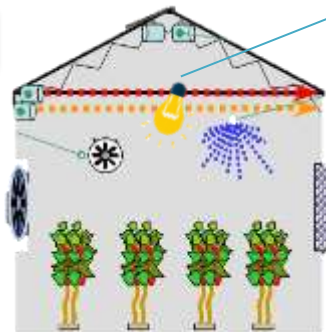
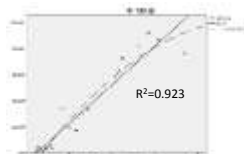
運用物聯網及人工智慧開發設施作物智慧栽培管理模式，以影像辨識及作物生長模式辨識作物生育期，依據生育期啟動管理程式，調節灌溉、養液、溫度及光度，提供良好作物栽培環境，穩定產量及品質。



作物生育期模型



編輯控制程式



無線傳輸自動感測養液調配灌注模組



作物、環境監測

生育期、管理條件

控制程式

機具管理



108年影像辨識系統在聖誕紅及蝴蝶蘭盆花拍賣市場與消費者的應用

李淑真、楊雅淨、賴信忠

- ◆ 建立影像辨識系統，開發國內花卉銷售通路，從產地到消費地一致的品質分級與盆花標準，藉由影像辨識系統，建立遠距拍賣方式，再將影像辨識模型連結到行動裝置，提供消費者選購盆花應用。

108年柑橘品質分級影像辨識應用於線上交易媒合平台之研究

施伯明、賴信忠

- ◆ 為推動柑橘品質分級標準客觀一致性，提升交易效益及公平性，應用資通訊技術及影像辨識，建立我國主要柑橘種類品質分級影像辨識模型，並應用交易媒合平台，於集貨場經影像辨識分級，即時顯示相關資訊於平台，縮短供需資訊落差。



四、試驗研究內容-溫室設施智慧監控開發

開發無線傳輸土壤EC控制器

1. 主要功能：開發無線土壤EC控制器偵測田間**土壤EC值**、**土溫及濕度**，當EC值低於閾值，啟動養液自動供給模組

2. 方法：

採用Arduino相容模板、weduino開發版、wifi通訊模組、**EC感測器**、**繼電器**等元件，偵測值上傳智慧農業開發系統。

韌體設計可設定控制閾值，灌注時期係依照電導度(EC)監測啟動或關閉繼電器，執行田間管理。





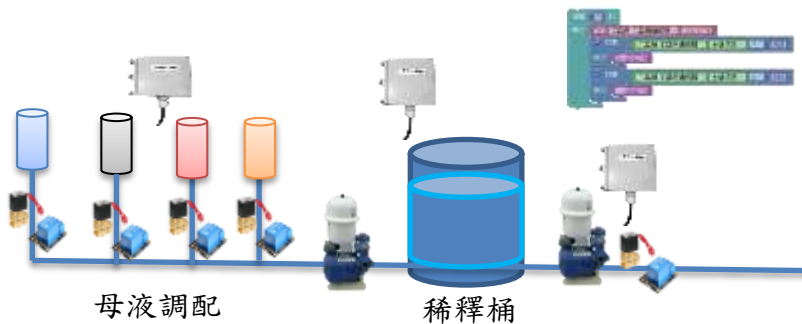
養液自動調配機構

1. 主要功能：依據作物種類栽培期，預設母液比率調配養液，配合田間EC感測器監控結果啟動灌注，達到智慧管理。

2. 方法：

母液調配控制器：包括4個繼電器、1個流量計，分別控制3種濃縮儲備液(鈣鹽、磷酸鹽及微量元素)及水。透過抽水馬達抽送至混合桶。以上下水控制器控制混合桶水量，低於下水位，打開水閥注入濃縮母液及水，至高水位停止。

土壤EC低於閾值，啟動養液灌溉。



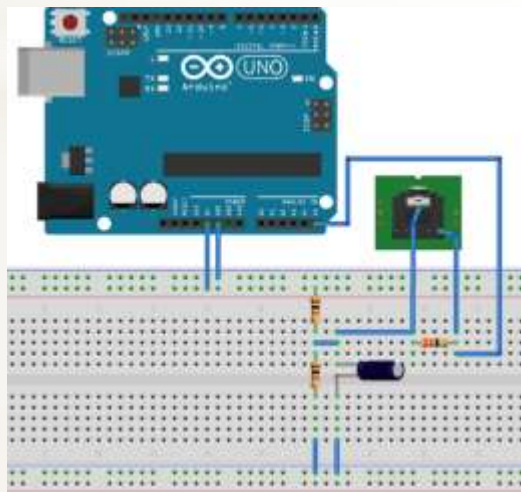
電流控制器開發

1. 主要功能：開發無線傳輸電流控制器，當電流達到閾值，啟動或關閉設備。

2. 方法：

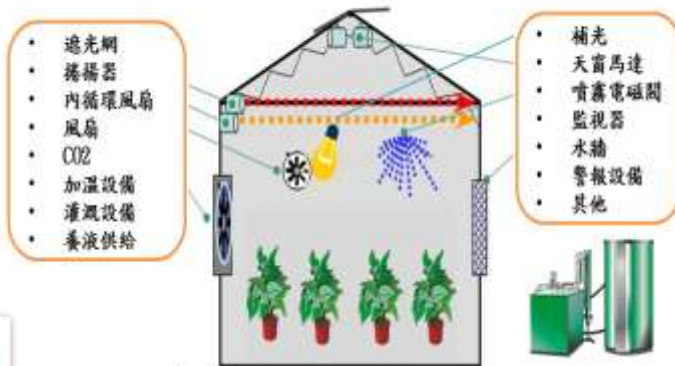
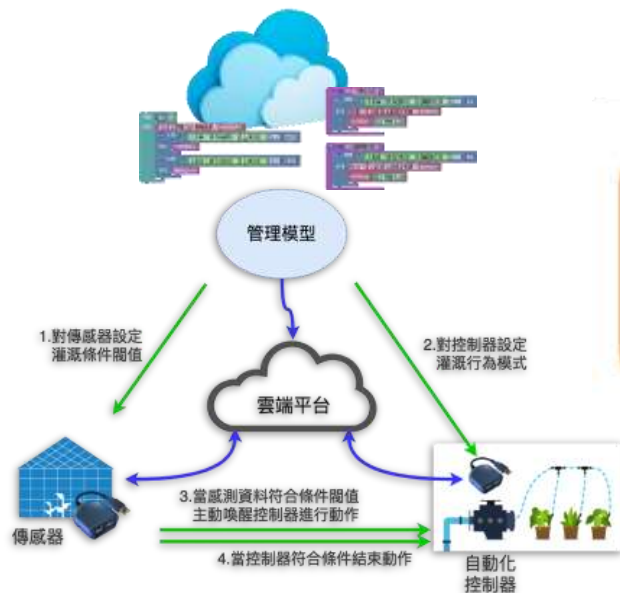
採用Arduino相容模板、weduino開發版、wifi通訊模組、**電流感測器**、**繼電器**等元件，偵測值上傳智慧農業開發系統。

韌體設計可設定控制閾值，量測設備電流，自動管理。



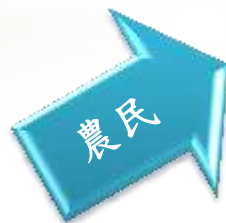
視覺化程式編輯栽培管理控制程式

1. 主要功能：以視覺化編輯器編輯作物栽培自動管理程式，依據作物種類、栽培期、環境感測器及控制器等資訊，整合管理溫室設備。
2. 方法：以長壽花及芥藍菜為例，依據作物種類及管理技術、田間設備、監控裝置等資訊編輯自動化管理程式。



基本資料
產品公告
討論區
私訊
好友設定

農產品產銷資訊媒合平台



田間監測、影像
作物數量、品質
供應時間

基本資料
搜尋
需求公告

開發設施作物田區管理電子看板

- (1)整合地理圖資、田區、作物、監控數據及作物生育預測，即時掌握農場田區管理資訊。
- (2)智慧農業開發系統擴增電子看板功能。



名稱	田區	作物	田區	田區	田區	田區	田區
田區1: 田區1	田區1	田區1	田區1	田區1	田區1	田區1	田區1
田區2: 田區2	田區2	田區2	田區2	田區2	田區2	田區2	田區2
田區3: 田區3	田區3	田區3	田區3	田區3	田區3	田區3	田區3
田區4: 田區4	田區4	田區4	田區4	田區4	田區4	田區4	田區4
田區5: 田區5	田區5	田區5	田區5	田區5	田區5	田區5	田區5
田區6: 田區6	田區6	田區6	田區6	田區6	田區6	田區6	田區6
田區7: 田區7	田區7	田區7	田區7	田區7	田區7	田區7	田區7
田區8: 田區8	田區8	田區8	田區8	田區8	田區8	田區8	田區8
田區9: 田區9	田區9	田區9	田區9	田區9	田區9	田區9	田區9
田區10: 田區10	田區10	田區10	田區10	田區10	田區10	田區10	田區10



四、試驗研究內容-農業AI應用研究

影像辨識視覺程式模組

1. 主要功能：建立作物生育期辨識模型，線上辨識田間作物IPcam影像，透過程式積木啟動該時期管理模組。

2. 方法：

擴增智慧農業開發系統之視覺化程式編輯器影像辨識應用積木，藉以整合影像辨識結果與監控裝置。

優化系統操作介面，擴增YOLOV3影像辨識演算法，提供圖片辨識、定位及計算數量。調整Moblienet影像辨識演算法之超參數，提高辨識率。

擴增影像顏色校正及尺寸校正功能。



影像辨識系統：

影像前處理：解析度、顏色校正、特徵值

尺寸校正、影像分類、物件偵測

建模、辨識、模型管理、影像標記

影像辨識積木

分級系統網頁



長壽花生育期影像辨識

1. 試驗材料：齊兒、黃襯衫、桃園3號-紅妃等20個商業品種。

2. 方法：

(1) 試驗處理：全年12個月份之定植處理。

(2) 試驗設計：固定排列，24盆/處理。

(3) 栽培管理(時期、肥培等)：遮雨防蟲設施內進行，肥培管理為營養生長期施用Peter' s 20-20-20，花芽分化後施用Peter' s 15-20-25，稀釋500倍，每週澆灌一次，50 ml/盆×次。

(4) 調查項目：試驗期間每日擷取IPcam影像、傳感器記錄環境溫/溼/光度變化，記錄給水、肥培、病蟲害管理及日長處理等操作，調查植株株高、展幅、葉片數、葉片長寬、花芽分化始期、花序數及始花日。

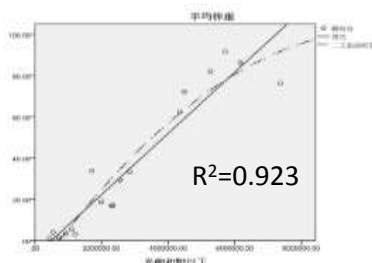


R語言視覺程式模組

1. 主要功能：雲端架設R語言伺服器，匯入作物生長模型R程式，讀取田間環境數據，計算作物生長期，以程式積木啟動管理程式，達設施作物自動管理。
2. 方法：優化智慧農業開發系統之R語言功能，擴增使用者操作介面之原始數據匯入、感測數據前處理、R script匯入及分享、數據建模及分享、匯入新數據之預測模型再訓練、執行預測模型。



遮陰 0% 25% 50%



圖、芥藍菜光飽和點下累積光度迴歸分析(線性及二次迴歸)



建立短期葉菜作物生長模型

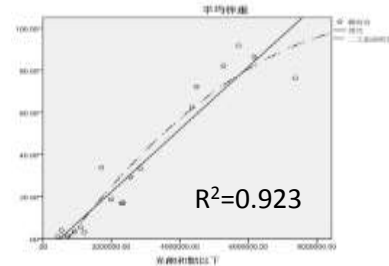
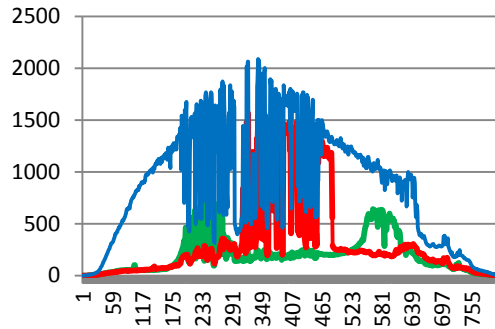
1. 試驗材料: 芥藍菜

2. 方法(1)試驗處理: 設置不同遮光網及環境感測器，種植芥藍菜苗。

(2)田區設計: 於簡易溫室架設6種遮光網，每種3重複，每重複架設1台傳感器，每分鐘紀錄1筆數據。

(3)調查項目: 採收時調查鮮重、乾重、品質等數據。

(4)統計分析: 以R語言2次迴歸建立作物生長模型。



圖、芥藍菜光飽和點下累積光度迴歸分析(線性及二次迴歸)

溫室智慧管理示範觀摩會

1. 主要目的:推廣設施作物智慧管理，輔導農友應用監控裝置，推廣智慧科技新知，協助產業升級。
2. 方法:於台北分場辦理示範觀摩會，展示自動監控技術應用於花卉及蔬菜生產。



溫室智慧管理示範場域

推廣設施作物智慧管理，輔導農友應用監控裝置，推廣智慧科技新知，協助產業升級。

1. 完成鉅洲有機農場1.6分地力霸式溫室自動監測環控系統設置，進行控制程式編輯及運轉測試。
2. 輔導農夫時代農場1分地力霸式溫室有機草莓溫室自動監控系統設置，預計5月下旬完成。
3. 輔導八德設施蔬菜自動感測灌溉系統，已先採購第一期16間溫室(5分地)之傳感器及控制器。



智慧溫室示範點-XX有機農場

2棟溫室各0.8分

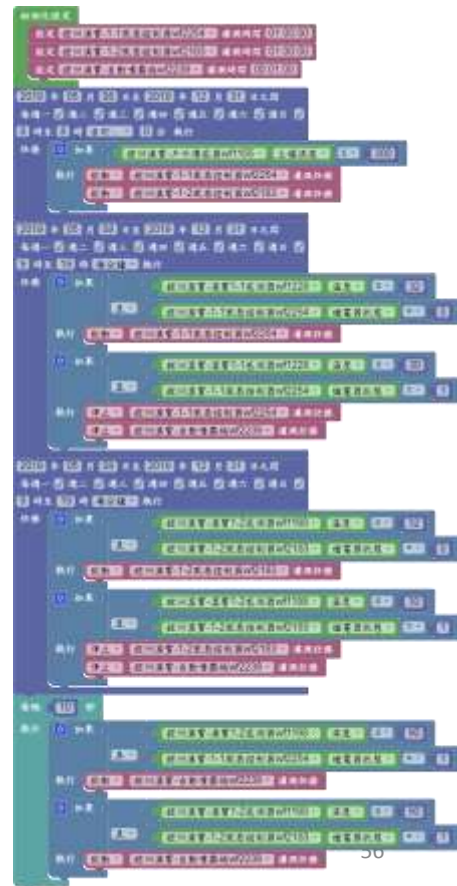
作物: 葉菜、番茄、苦瓜

設備: 噴水帶、風扇、噴霧
遮陰網、捲揚



示範場溫室自動控制

以程式積木編輯環控程式
灌溉:定時、光積值、晴雨
風扇噴霧:定時、溫度、濕度
遮陰網:手動



五、展望未來：產業推廣及研究

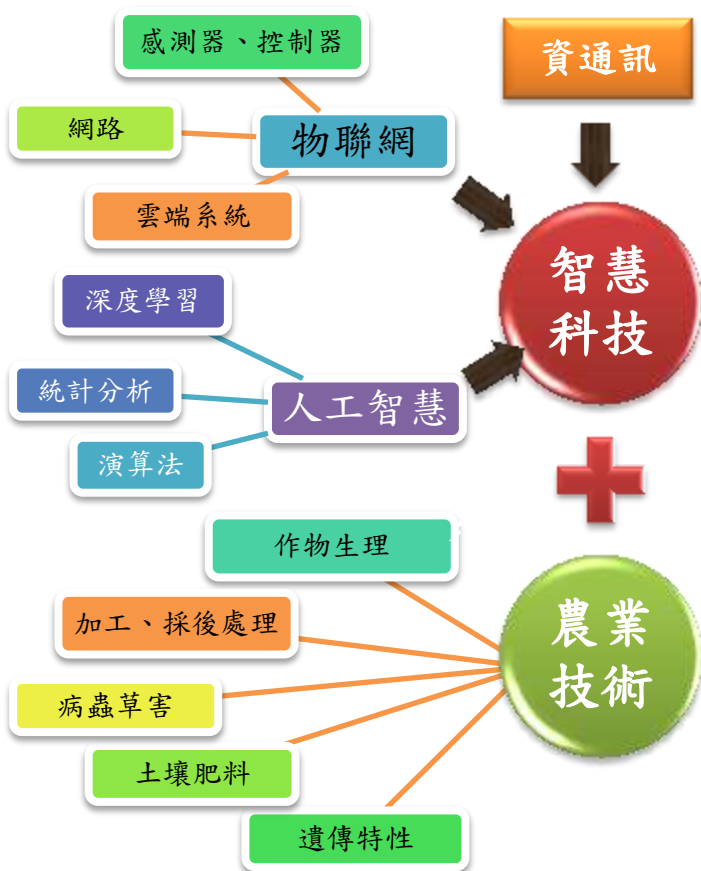
結合農業研發、資訊科技與設備業者，共同推動智慧農業，深耕我國農業科技，服務全球化。



產業化推動策略：

1. 智慧農業系統與監控裝置開發
2. 開發作物智慧生產模式
3. 智慧監控裝置商品化
4. 整合農業機具設備智慧化
5. 建立智慧農場示範點





根 → 苗 → 花 → 果



圖、整合智慧科技與農業技術，建構作物專家系統



桃園區農業改良場

賴信忠

shinjong@tydais.gov.tw

0912575905

報告完畢 敬請指教