



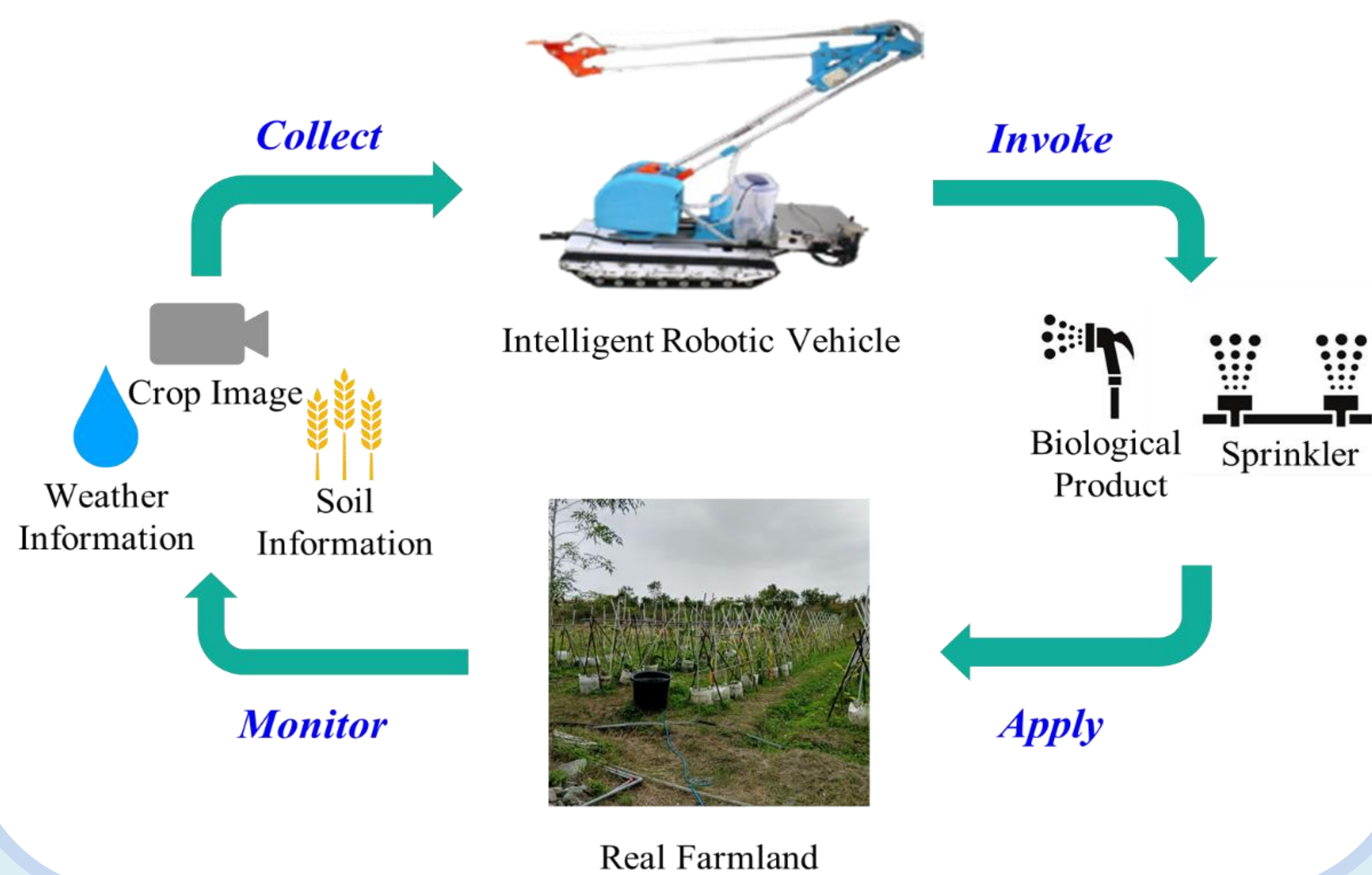
國立臺東大學理工學院學習成果競賽

FPGA為基礎之智能機器人車於農業網宇實體系統應用

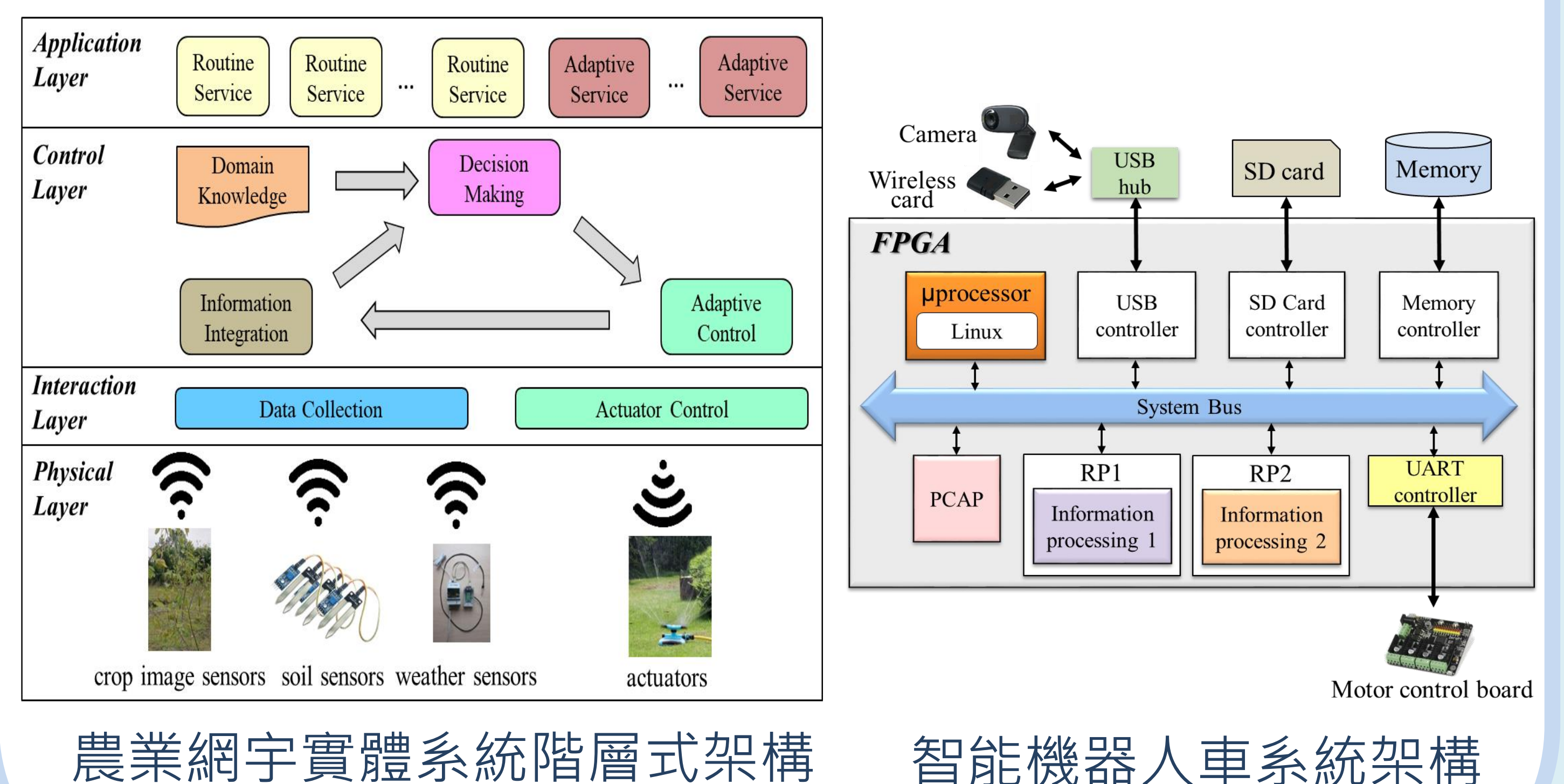
目前大多數智慧農業主要應用在溫室內的農作物栽培，其環境較為單純且可採用定點式控制及資訊收集的方式，但對於一些生長環境開放且多變化的農作物而言，仍面臨許多資訊收集、管理和控制的問題。在這個作品中，我們提出一個FPGA為基礎之智能機器人車，其特點如下

- 一. 機動性資訊收集:** 智能機器人車會自主性的操作，並善用其機動的特性讓感測器資訊收集更有效率，用以解決感測器無線傳輸距離有限的問題，減少建置多個中繼點的成本;
- 二. 硬體加速計算:** 採用 FPGA 做為主要控制核心晶片，利用其硬體平行處理的能力來加速資訊的處理;
- 三. 智慧化管理:** 導入網宇實體系統(CPS)設計概念，讓智能機器人車扮演核心角色，能依據收集到的感測器的資訊自動判斷以啟動相對應的致動器來維持農作物理想化生長環境;
- 四. 系統自適應:** 加入硬體虛擬化的技術，使智能機器人車系統中感測器資訊收集與致動器的控制電路能依據環境需求動態重新組態，同時可提供高效能的計算能力。

應用情境



系統架構

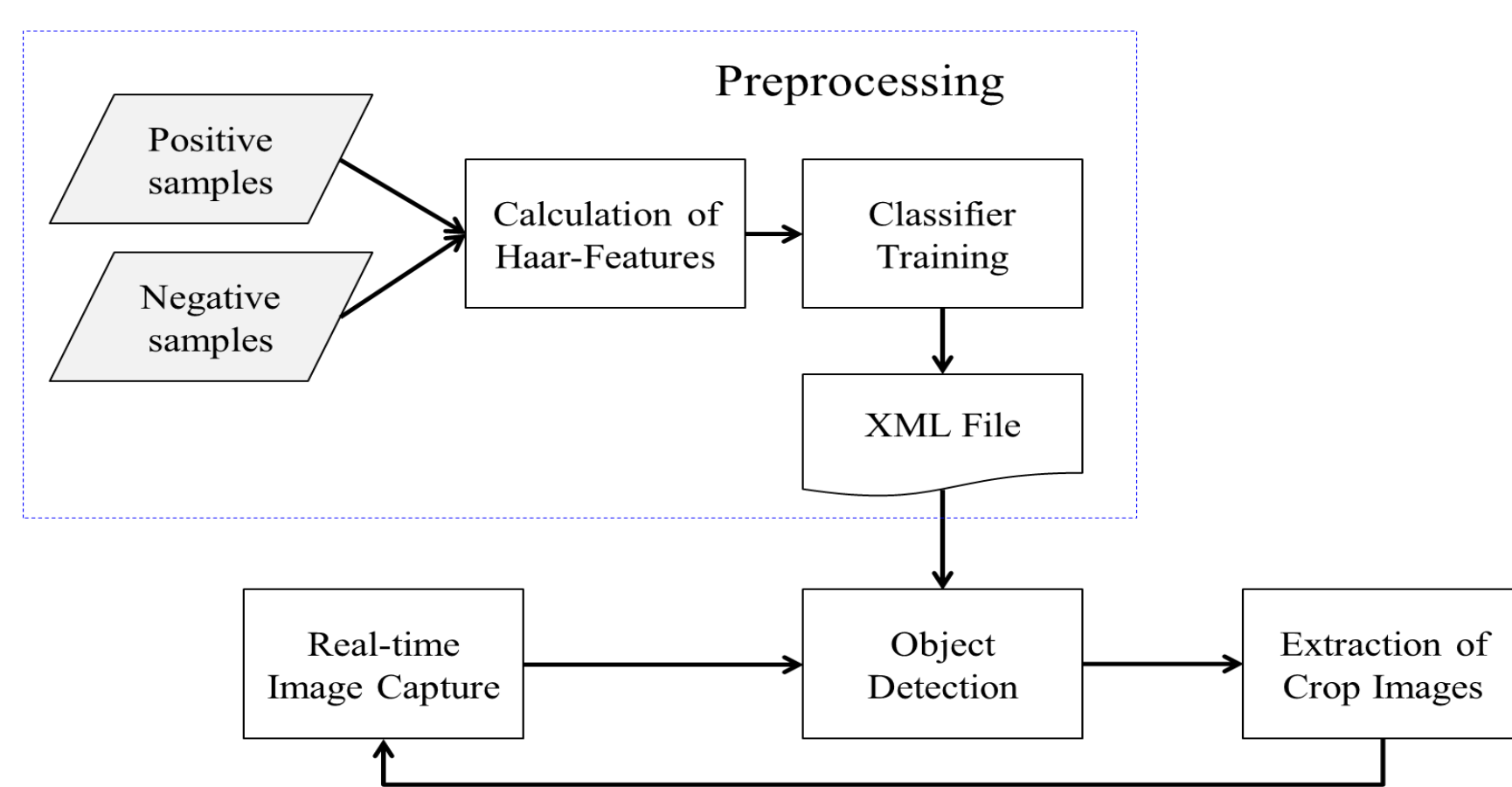


智慧化管理

D 為當下根部土壤水份不足量， D^+ 為下個時間的根部土壤水份不足量， E^* 為農作物土壤蒸散量， P^e 為預測降雨量，以及 I^e 為灌溉量，**農作物生長模型**公式如下

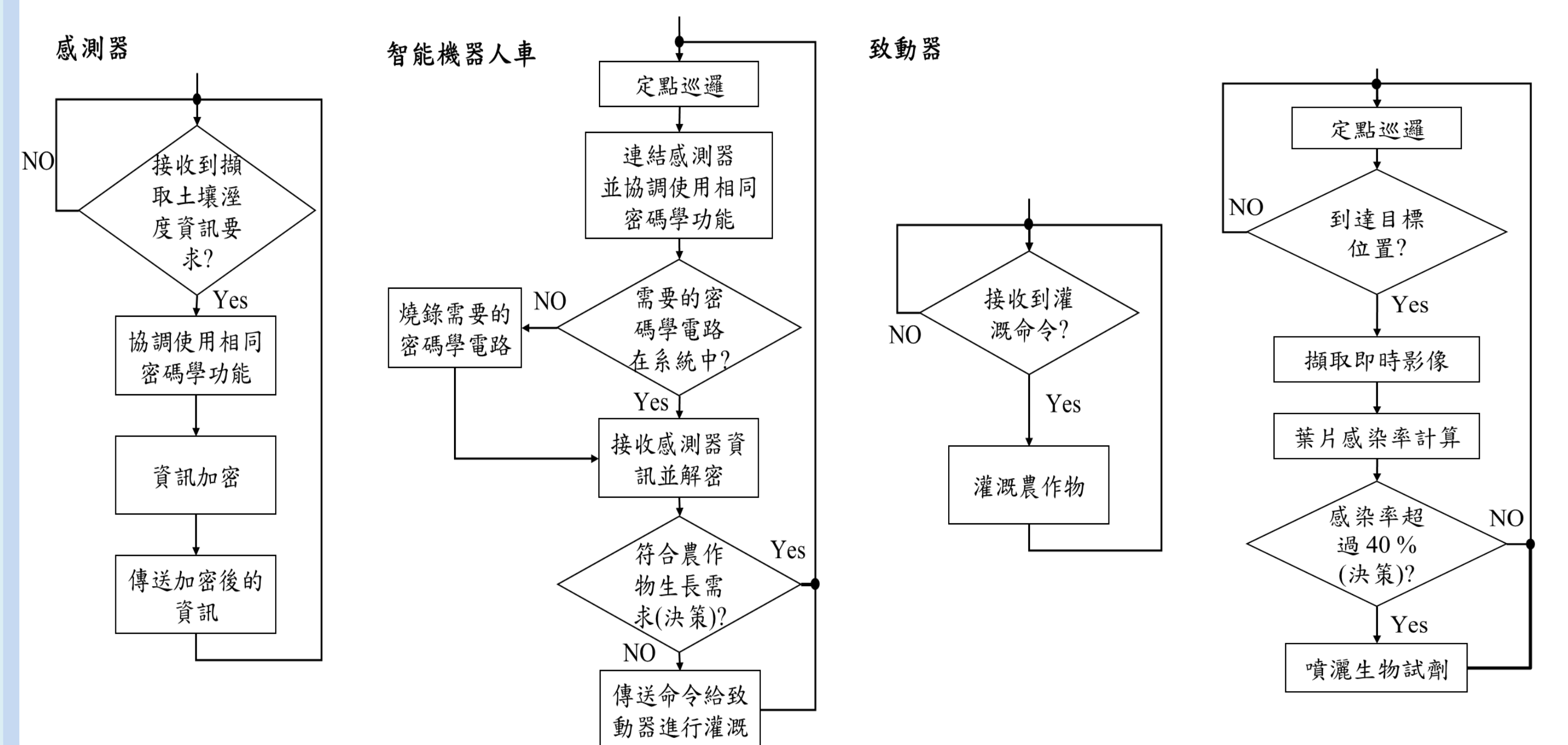
$$D^+ = D + E^* - P^e - I^e$$

主要目標是讓 D^+ 為0，並且最小化灌溉的水量



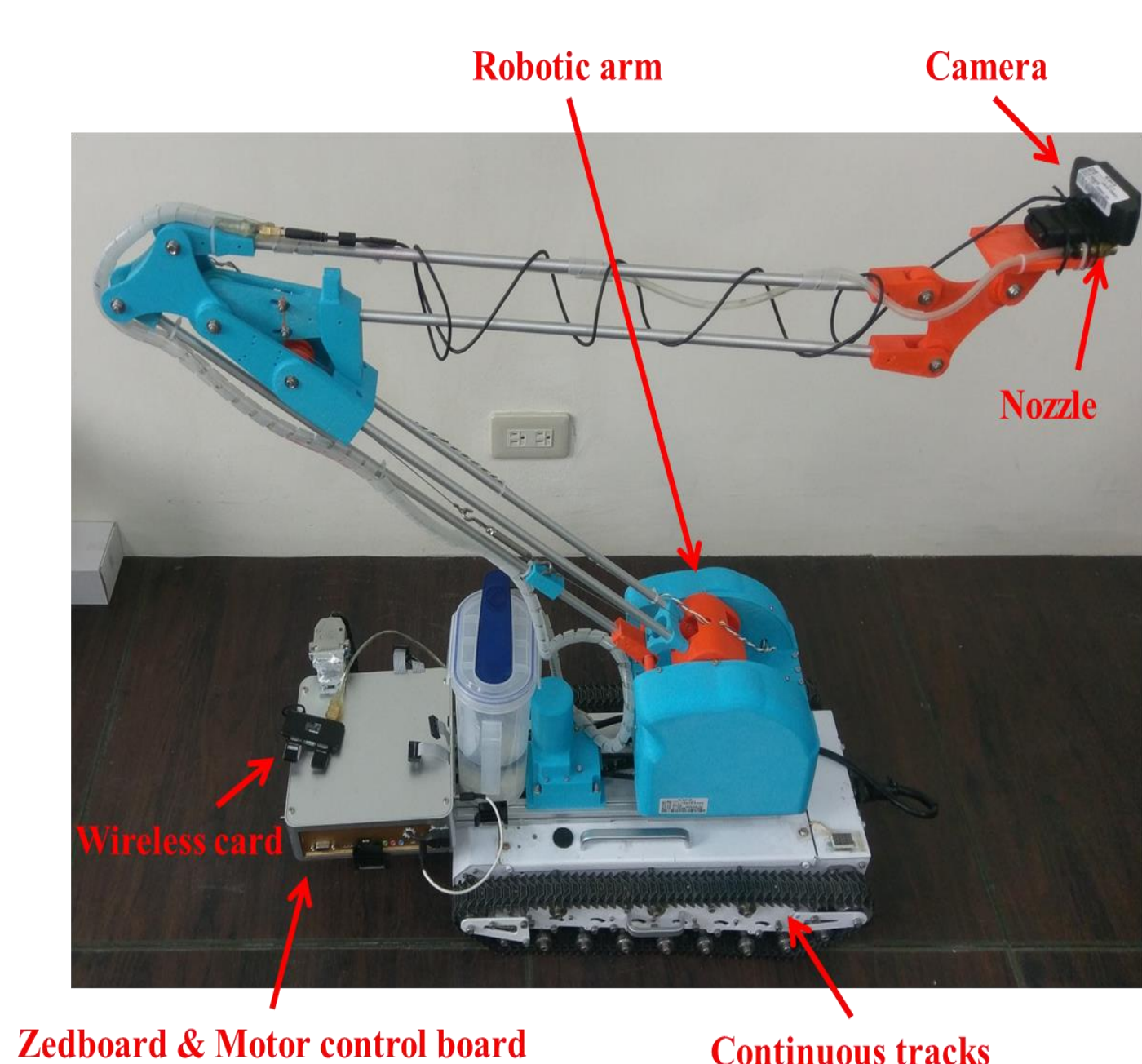
結合機器學習之目標作物影像截取

系統控制流程

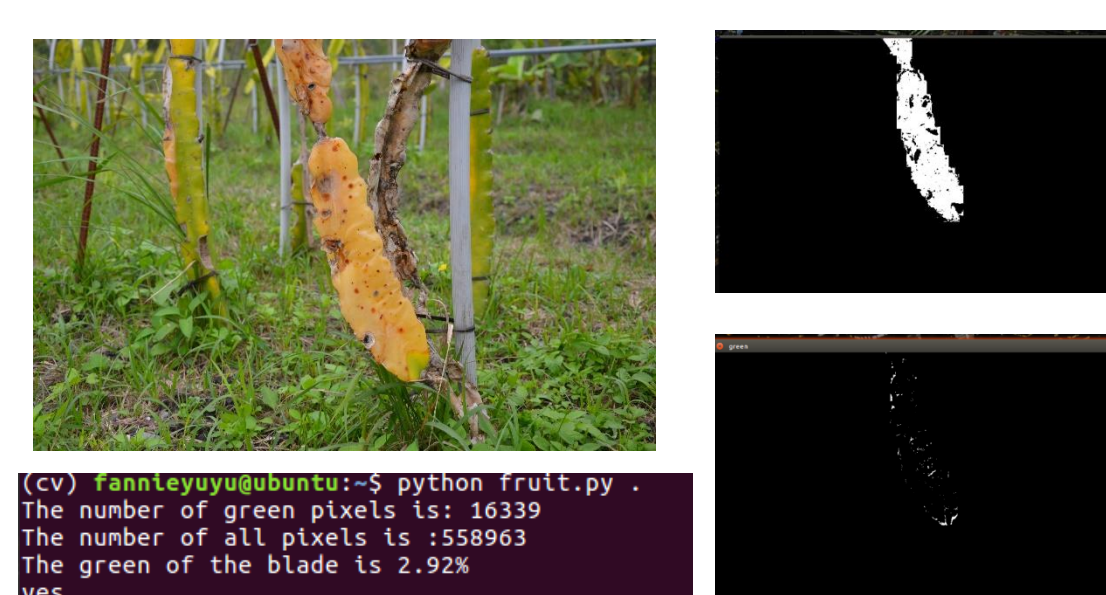


智慧化農作物生長環境控制 病蟲害偵測與控制

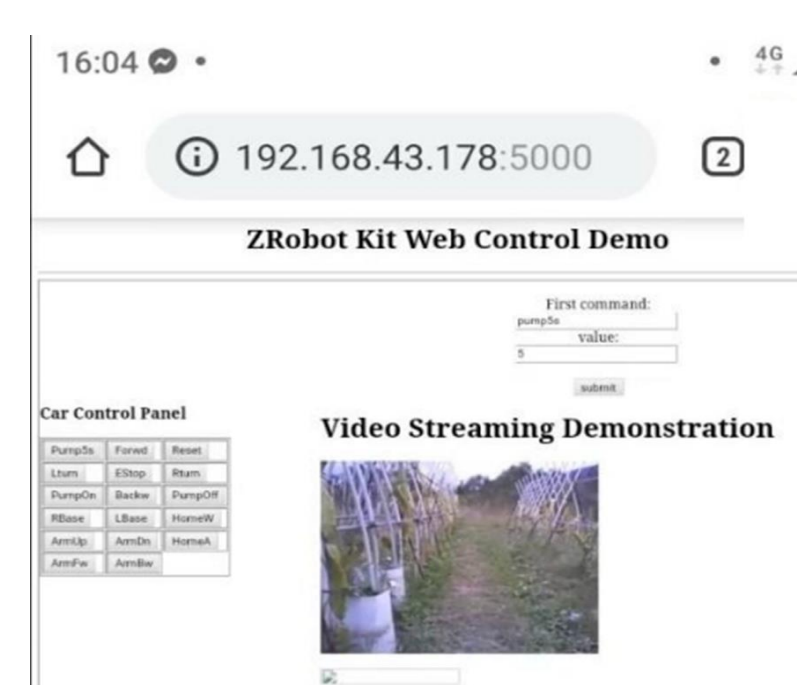
系統實作成果



智能機器人車雛型



目標農作物感染率計算



手機即時監控

系統效能與資源分析



- PC: Intel Core i7-3770 3.40GHz, 8GB RAM
 - ARM Cortex A9: 667 MHz
 - Ours: 160 MHz
- 分別減少 99.16% 和 99.55% 處理時間

相對傳統嵌入式系統設計 (Conventional)，可以減少 37.4% 的 Slice LUTs 和 29.81% 的 Slice Registers 的邏輯資源需求