

# 1. 環保大作戰-清清廢水沖馬桶

學生姓名：艾恒志 潘鵬文

學校名稱：宜昌國中

指導老師：邵治家 葉怡君

日期：2025 年 10 月

## 1. 前言（研究動機與目的）

### 1.1 研究動機

水資源是人類生活與工業發展不可或缺的重要資源。然而，全球氣候變遷、人口增加及工業發展，導致水資源分配日益緊張。聯合國報告指出，全球約有 20 億人口缺乏安全飲用水，超過 40% 的人口受到水資源不足的威脅，水資源管理已成為全球共同面臨的重大挑戰。

台灣雖然年降雨量豐沛，但因地形、降雨分布不均及儲水設施限制，加上用水需求持續增加，乾旱時期經常面臨缺水危機。以 2021 年中南部旱災為例，長達數個月的降雨不足，導致多個縣市實施分區供水，影響民生、農業及工業生產。若缺水問題長期存在，將對社會經濟發展造成重大影響。

此外，日常生活中大量用水存在可回收的潛力。例如洗手、洗衣、洗碗等行為排放的水質大多未受嚴重污染，但目前大多直接排入下水道，造成水資源浪費及環境負荷。若能建立水質感測器系統，自動分流生活用水，不僅能提高水資源利用率，也有助於減少水污染及節省水費，並符合永續發展目標（SDG 6）。

### 1.2 研究目的

本研究旨在設計並驗證一套水質感測驅動的自動分流系統，可即時判斷水質狀態，將生活用水分類為「可回用水」與「不宜再利用之廢水」，並引導至不同管線回收或排放。具體目標如下：

1. 建立一組多功能水質感測模組，涵蓋、濁度、導電度
2. 設計判斷演算法，根據水質數據自動分類水流
3. 建構原型系統，驗證判斷準確率、系統穩定性與運作效率
4. 分析系統可行性及應用場景，提供改良建議與未來推廣方向
5. 探討生活用水回收對節水、環境保護及經濟效益的潛在影響

2. 研究方法／過程

2.1 研究流程與架構

研究流程分為六大階段：文獻回顧、感測器設計與模組整合、分流判定設計、原型系統建構、實驗測試與數據蒐集，以及結果分析與評估。每個階段均詳細記錄資料與實驗結果，並進行數據分析以確保研究的完整性及可靠性。

在感測器模組設計階段，本研究不僅評估單一感測器性能，也比較多種感測器組合方式，以確保系統在不同水質條件下均能穩定運作。感測設定，考慮水質參數波動，設計動態閾值與容錯機制，以減少誤判與漏判的情況。原型建構階段則以模組化設計為主，方便安裝、維護及未來擴充。

2.2 各階段方法說明

階段	方法或動作	說明
文獻回顧	蒐集相關研究與技術資料	包含國際再生水案例、技術報告與水質標準
感測器設計	導電度、濁度元件	測試其精度與穩定挑選水質感測器元件
模組整合	利用微控制器或單板電腦	例如 Arduino 用於數據收集與控制
演算法設定	設定水質閾值	根據感測器數據分類水流進可回用水或廢水管線計模型
原型建構	安裝感測器與電磁閥	建立自動分流裝置，可控制水流方向並記錄運作數據
實驗測試	蒐集不同來源水樣數據	包含洗手、偏黑掉的水，分析系統準確率與穩定性
驗證	驗證系統可靠性	提出改良建議與改進數據分析 計算平均誤差與正確率
數據分析	計算平均誤差與正確率	使用統計方法驗證系統可靠性，提出改良建議與改進

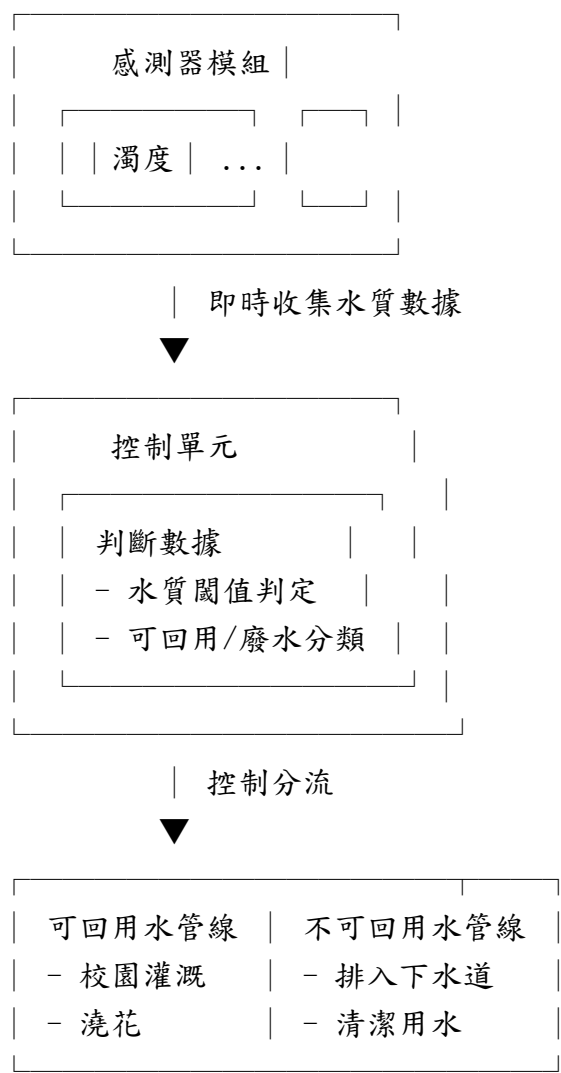
2.3 系統架構說明

本研究系統由三大部分組成：

- 1. 感測器模組：負責即時收集水質數據，包括濁度、導電度
- 2. 控制單元：以 arduino 和筆電進行數據分析，判斷水質狀態
- 3. 分流執行單元：透過閥門將水流導向回收管線或排放管線

整個系統設計以穩定性、易維護性及成本效益為優先考量，並可根據不同場景進行模組化調整。

2.4 系統架構示意圖



3. 結論與應用

3.1 主要結論

實驗結果顯示，水質感測器分流系統在實驗環境下能有效區分水質，平均正確率達 70%，且系統運作穩定。部分場景下，感測器漂移、水管堵塞及水溫變化會影響判斷，需在實際應用前進行調整。

此外，系統在小型環境（如校園或家庭）表現良好，可即時監控水質，減少水資源浪費，並透過回收水降低用水成本，兼顧環境永續與經濟效益。

### 3.2 應用建議

1. 校園環境：將洗手台、洗衣水回收後再利用於澆灌校園綠地或沖廁，節省用水並教育學生環境保護概念
2. 家庭住宅：安裝簡易回收模組，減少生活用水浪費，降低家庭用水費
3. 公共設施：如運動中心、公園或公共洗手間，將淋浴、清洗設施的水再利用於清潔或灌溉
4. 社區與農業：可用於小型社區景觀水池灌溉、農田輕度灌溉，達到水資源循環利用

### 3.3 研究限制

1. 感測器長期使用會出現漂移現象，需要定期校正
2. 水質複雜度高，單一感測參數可能無法完全反映微生物或化學污染
3. 系統成本及維護需求可能影響大規模普及
4. 尚未經過長期戶外實驗，耐用性與可靠性仍需驗證
5. 分流判斷演算法尚可導入更高階人工智慧以提升精準度

### 3.4 未來研究方向

1. 導入人工智慧技術，提升判斷精度並減少誤判
2. 開發低成本、模組化感測器系統，方便家庭與校園安裝
3. 建立雲端監控平台，實現遠端管理與大數據分析
4. 與政府用水政策結合，推廣於社區與公共設施
5. 探索更多回收用途，如清洗設備、景觀水池、小型農業灌溉

## 4. 參考文獻／資料

1. 台灣水環境資訊網  
<https://www.wra.gov.tw/>
2. 世界衛生組織－飲用水事實資料  
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
3. 聯合國水資源機構－SDG6 進展報告  
<https://www.unwater.org/publications/sdg-6-progress-reports>
4. 台灣自來水公司－用水資訊與水質公告  
<https://www.water.gov.tw/>

5.無線水質監測系統 / 安馳科技 (ANStek)

[https://www.macnica.com/apac/anstek/zh\\_tw/products-support/technical-articles/wireless-water-quality-monitoring-system.html](https://www.macnica.com/apac/anstek/zh_tw/products-support/technical-articles/wireless-water-quality-monitoring-system.html)