

編號：（主辦單位填寫）

專題名稱：GIS 道路坑洞辨識系統

校名與科系：中山醫學大學 醫學資訊學系、逢甲大學 自動控制工程學系

指導教師：秦群立

團員成員：張詠翔、秦瑋謙、黃奕瑋、葉沛鑫、林廣濤、林宛萱、王智輝、陳俊任

一、前言

「道路安全」為當今人們關心的重要議題，每一天都會有數以億計的車輛行駛在城市道路上，並面臨著來自各種狀況所造成的交通風險。其中的風險之一便是由潛伏於道路各處的坑洞所導致，不僅讓經過的車輛容易造成損壞，還可能引發交通事故，嚴重危害駕駛者和乘客的生命安全。本團隊透過與道路檢修員所進行之調查與訪問後，發現他們在蒐集道路坑洞資訊時，仍需透過**肉眼觀察**與**手動記錄座標**的方式來記錄坑洞於道路上的所在位置。因此，若要解決當今道路上隨處可見的坑洞問題，不僅需要一項可以提供實時觀測路面的系統，更需要與產業界合作，利用道路檢修員實地的走訪與監控，將蒐集到的坑洞資料提供給專業的道路維護公司，進而讓道路坑洞問題獲得實質性的改善。

為解決上述問題，本團隊與**坤眾科技**進行產學合作，開發出了「GIS 道路坑洞辨識系統」。軟體部分主要利用**影像辨識**並結合**座標紀錄**存儲至**後端資料庫**內，硬體部分則整合了 **GPS 定位**與**高解析度攝像頭**等微處理器，並將其設計為可加裝於任何行駛單位的**遠程感測模組**。本系統將透過特定角度安裝於道路檢修員所駕駛的車輛上，其外觀類似於一般的**行車紀錄器**。透過本系統，道路檢修員將能夠實時監測道路上的坑洞，**確定其量測距離深度**和**座標位置**，並即時回報給專業的道路維護公司。

公司名稱	坤眾科技股份有限公司
公司聯絡人	林益州
聯絡方式	電話號碼：0916-115-985 電子郵件信箱： Yichou@civilmap.com.tw

二、創意描述

本團隊經由針對道路安全的深入調查後，發現到一個當今社會面臨的嚴重道路安全問題之一：「坑洞」。每天都有無數輛車輛行駛在城市道路和高速公路上，而一般道路的坑洞則成為了交通風險的一個重要元素。道路坑洞不僅容易損害行經車輛，還可能引發交通事故，讓駕駛者和乘客的生命安全受到一定程度的風險。而蒐集道路坑洞資訊的道路檢修員卻仍需透過肉眼觀測與手寫座標的方式來做紀錄。

本團隊認為解決這一問題需要一個能夠簡化紀錄勞動，透過實時的觀測來記錄道路坑洞狀況的系統，並且需要透過**與業界合作**的方式，將所蒐集到的**坑洞資料結合座標**來提供給專業的**道路維護公司**，讓使用本

系統的道路檢修員以方便且自然的方式更有效地為道路坑洞問題做出改善。

為達上述目的，本團隊與坤眾科技進行產學合作，開發了「GIS 道路坑洞辨識系統」。本系統結合了先進的軟體和硬體技術，透過高解析度攝像頭所觀測到的路面狀況結合 **DL 影像辨識技術**，並加入根據 **GPS 定位**所記錄下的位置座標，讓使用者在經過道路坑洞的所在位置時，自動存儲其周遭坑洞的相關資訊，同時彙整成一筆資料傳入**後端資料庫**內，提供專業的道路維護公司於事後前往**座標位置**進行坑洞的填補作業。不僅降低道路檢修員只能透過肉眼觀測與手寫座標而造成的過度勞動成本，更為道路坑洞檢測帶來一個更有效的改善方案。「GIS 道路坑洞辨識系統」功能流程圖如圖 1 所示。



圖 1、「GIS 道路坑洞辨識系統」功能流程圖

三、系統功能簡介

「GIS 道路坑洞辨識系統」針對當今**道路坑洞問題**而設計。這個系統整合了各式技術，以幫助**道路檢修員**提升**坑洞偵測**及**位置記錄**的**效率**，並讓蒐集到的資料在後端整理成完整的道路坑洞資訊。

A. 物件偵測模型

本系統採用 YOLOv7 作為物件偵測模型，透過搭載**高解析度攝像頭**，讓系統能夠在道路檢修員的行駛過程中實時監測道路，並**自動偵測**坑洞等路面問題，當坑洞被偵測到時，也將根據安裝時的特定角度，讓系統能夠識別其位置與距離深度。物件偵測模型範例圖如圖 2 所示。



圖 2、物件偵測模型範例圖

B. GPS 定位

本系統將結合 GPS 定位技術，在偵測出坑洞的同時，利用道路檢修員行駛車輛的**當前座標**來推算出**精確位置**。這不僅有助於確定坑洞的絕對座標，還能夠幫助使用者於地圖上追蹤坑洞的位置，以優化道路維護計劃。

C. 資料儲存與後端 GIS 整合

系統將偵測到的坑洞數據儲存至後端資料庫，同時整合到 GIS 地理資訊圖中。道路維護公司能夠**方便且直觀**的訪問坑洞的位置資訊，以便進行坑洞的修補與道路維護的工作。而 GIS 地理資訊圖還能提供更全面的路線分析，幫助城市管理部門**更好地了解道路坑洞嚴重程度**。GIS 道路坑洞辨識系統 UI 功能介面圖如圖 3 所示。



圖 3、GIS 道路坑洞辨識系統 UI 功能介面圖

四、系統特色

本系統開發之目的主要是為了簡化道路檢修員的檢測勞動，並為道路坑洞檢測提供一項更有效的測量模式。透過**遠程感測模組**，將影像辨識結合座標紀錄後存儲至後端資料庫內，同時結合了 GPS 定位與高解析度攝像頭等微處理器，以此來**將路面坑洞的資料收集並回傳至資料庫**。本系統將針對「實時坑洞檢測」、「智能報告生成」以及「效率和成本節省」三大特色進行發想與製作，以下將詳細說明三大特色。

A. 實時坑洞檢測

本系統採用 YOLOv7 物件偵測模型，搭配高解析度攝像頭，能夠在車輛行駛過程中實時偵測坑洞。道路檢修員將可透過此系統代替肉眼檢測，提高坑洞識別效率。

B. 智能報告生成

當偵測到坑洞時，本系統將能夠自動生成詳細的報告，包括坑洞的座標位置、量測距離深度和相關圖像。這些報告能夠立即傳輸至後

端資料庫，並整合至 GIS 地理資訊圖內，讓其相關的道路維護公司可迅速前往修復。

C. 效率和成本節省

系統的自動化特色節省了道路檢修員的勞力成本，不再需要肉眼觀測和手寫座標。使得道路維護變得更加高效，同時提高了修復工作的效率。

五、系統開發工具與技術

A. 開發技術

本團隊主要以 YOLO 作為物件偵測的核心技術，並整合 GPS 定位技術，能夠在行車過程中及時識別道路坑洞的同時，加入記錄當下的所在位置座標。而記錄到的資訊也將透過無線傳輸，輸入至本團隊於後端構建的資料庫內，在將蒐集到的資料統整並傳入至 GIS 地理資訊圖內，讓蒐集到的坑洞資訊顯示於地圖上。

B. 開發工具

於硬體開發工具部分，本系統整合了 GPS 定位單元與高解析度攝像頭等微處理器，並將其設計為可加裝於任何行駛單位的遠程感測模組，其外觀將類似於一般的行車紀錄器。根據拍攝時與坑洞間的距離深度來判斷當下所對應到的座標，此系統將需以特定角度安裝於道路檢修員所駕駛的車輛上。

六、系統使用對象

本團隊所設計的「GIS 道路坑洞辨識系統」主要為建立道路檢修員與道路維護公司的橋樑，透過道路檢修員使用本系統所自動蒐集到的坑洞資料，使其能夠方便且自然的將道路坑洞資訊提供給相關道路維護公司。此外，城市基礎設施管理部門或是地方政府機構也可根據此系統所收集到來自各地的道路坑洞資訊來進行城市基礎設施的評估與改進，有助於做出更好的政策和維護決策，以確保道路的安全和可靠性。

七、系統使用環境

本系統可以提供道路檢修員於各種行經道路的狀態下做辨識，檢修員只需將已部署 DL 影像辨識與 GPS 定位的遠程感測模組以特定角度安裝至交通工具上，並連線至網路，即可開始將經過的道路坑洞資訊進行無線傳輸。其傳輸的資料會傳入坤眾科技的後端資料庫中，提供給道路維護公司人員進行分類與處理。

八、結語

本團隊的產學合作計劃旨在為道路坑洞檢測提供一項更有效的測量模式。「GIS 道路坑洞辨識系統」透過方便且自然的資訊傳遞設計，將道路檢修員與道路維護公司更直接的聯繫在一起，共同努力改善道路品質、有效測量坑洞資訊及提高交通安全。本系統不僅有助於減少事故風險，還能提高城市基礎設施的執行效率和永續性。通過簡化道路檢修員

的檢測勞動流程，將可更**確實的提升**坑洞**檢測效率**。本系統的實施將帶來實際的影響，提升道路檢修員的量測流程，進而提高道路品質並降低維護成本。