

# 運用機器學習輔助地震情境衝擊評估研發

## Application of an Machine-Learning Technique for Earthquake Scenario Impact Assessment

國家災害防救科技中心 地震與人為災害組

Earthquake and Man-made Disaster Division, National Science and Technology Center for Disaster Reduction

### 摘要

地震為突發性、高度不確定性和瞬時破壞性之天然災害，倘若在都會區大量建物和基礎設施受到損壞時，將引發連鎖效應，擴大災害規模。本研究重點運用機器學習輔助地震情境衝擊評估，目的乃使用耐震大數據資料庫，作深度學習訓練資料，找出建物致災原因和風險分析的重要特徵，爾後發展深度學習算法，最終可推估出建物耐震能力，並整合於多維度地震衝擊模型，地震情境模擬下，較短時間評估建物損壞高風險熱區，細緻化地震衝擊成果展示為單棟建物，研究成果將可提供防災與救災單位作為提升地震應變輔助決策之參考。

**關鍵字：**耐震大數據資料庫、機器學習、細緻化單棟建物、建物損壞快評分析

### ABSTRACT

This study aims to develop machine-learning technology to assist earthquake scenario simulation. It utilizes big data from seismic assessments of vulnerable and old buildings as training data for deep learning, enabling the identification of important features for analyzing the causes of building damage and risk. The study develops machine-learning deep learning algorithms to estimate the seismic resistance of buildings, integrating them into multidimensional earthquake impact model data. Based on actual earthquake characteristics, it can rapidly assess high-risk areas for building damage while providing detailed earthquake impact results. The findings of this study can serve as a reference for disaster prevention and relief units to improve earthquake response and decision-making assistance.

**Key Words:** The building seismic capacity big data, machine-learning technology,

visualization display simulation, quick seismic estimation of the building structures

## 一、前言

震後快速評估地震災害衝擊高風險區，提高迅速恢復能力，為抑制地震災害損失的重要關鍵因素。本研究運用機器學習輔助地震情境衝擊評估研發，與台北科技大學土木系合作，即利用耐震大數據資料庫（PSERCB 資料庫）（宋裕祺等人，2017），係為內政部國土管理署對全國老舊建物進行耐震初、詳評現勘調查紀錄與耐震能力評估超過上萬筆紀錄（含建築型式、建物設計參數、構件材料參數，以及損害狀況等），研究中以機器學習數據庫，分析致災原因與風險特徵因子，開發深度學習求解演算法，依建構之最佳化模式發展求解演算法，發展建物損壞快評分析模組，可迅速推估出建物耐震力，成果將提供防救災單位提升地震應變輔助決策參考。

## 二、機器學習技術方法

### ➤ 推估模型建構程序

為提升建物耐震力評估效能，除透過現有建物初評資料，推估尚未評估建築物之耐震力，本研究發展建物損壞快評分析模組（Quick Seismic Estimation of the Building Structures, QSEBS），使用建築使用執照與初評資料中（1）樓層數、（2）樓地板面積、（3）使用分類、（4）地盤種類、（5）建造年代，使用類神經網路推估柱的總面積及柱斷面積，依耐震評估系統方法計算剪力，求得建物對應 475 年回歸期地震的地表加速度  $A_{c1}$  與建築物對應 2500 年回歸期地震之地表加速度  $A_{c2}$ ，圖 1 為機器學習耐震力推估分析流程，各工作階段重點分述如下。

1. 耐震力初評資料庫蒐集與篩選。
2. 變異數分析，評估項目與目標數據影響力，剔除不具影響力參數。
3. 編譯程式，資料類型分數值數據及類別數據。
4. 神經網路模型訓練，以多隱藏層的類神經網路模型。

5. 模型驗證，與實際數值比對，繪製擬合曲線驗證類神經網路的擬合情況。
6. 推估預測耐震力求得  $A_{c1}$ 、 $A_{c2}$  數值結果。

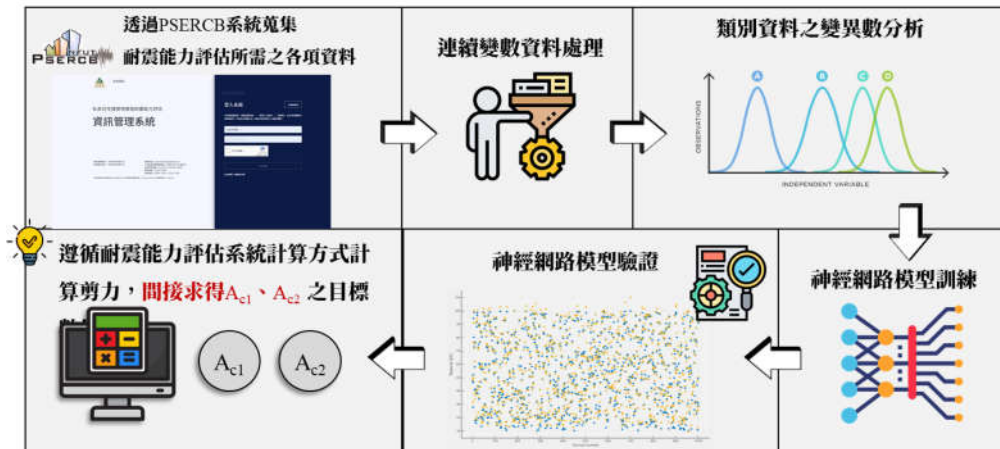


圖 1、機器學習耐震能力推估分析流程

➤ 預期推估結果

執行建物耐震力推估後，根據推估結果繪製建築物易損性曲線，係指在不同的強地動因子下，建築物處於或超越某種損壞狀態的機率，即損壞機率密度函數之累積分佈曲線，圖 2 為利用推估結果建立易損性曲線。

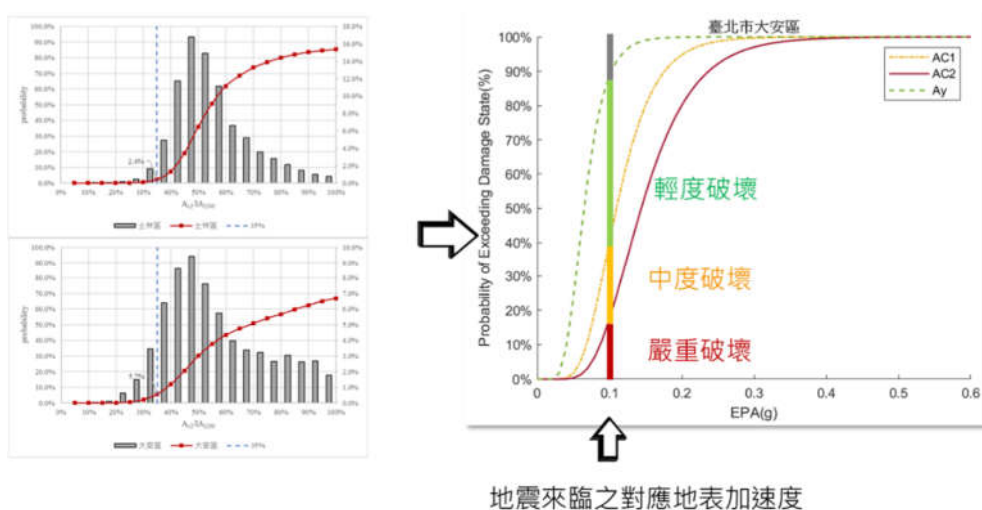


圖 2、預期推估結果繪製易損性曲線

➤ 多維度地震衝擊模型

地震情境下，依實際地動特性資料進行機器學習輔助地震情境衝擊評估，

結合災防科技中心多維度模型 (MDUES) (許智豪等人, 2022) 快速展示高風險熱區, 利用示範區表示, 考慮特定地震情境下, 建物地震衝擊損壞風險, 地震模擬結果視覺化分析則是由建物幾何簡化圖形與顏色表示出損壞的程度, 利於決策分析在可視化成果展上, 圖 3 為應用人工智慧技術輔助地震衝擊風險分析流程。

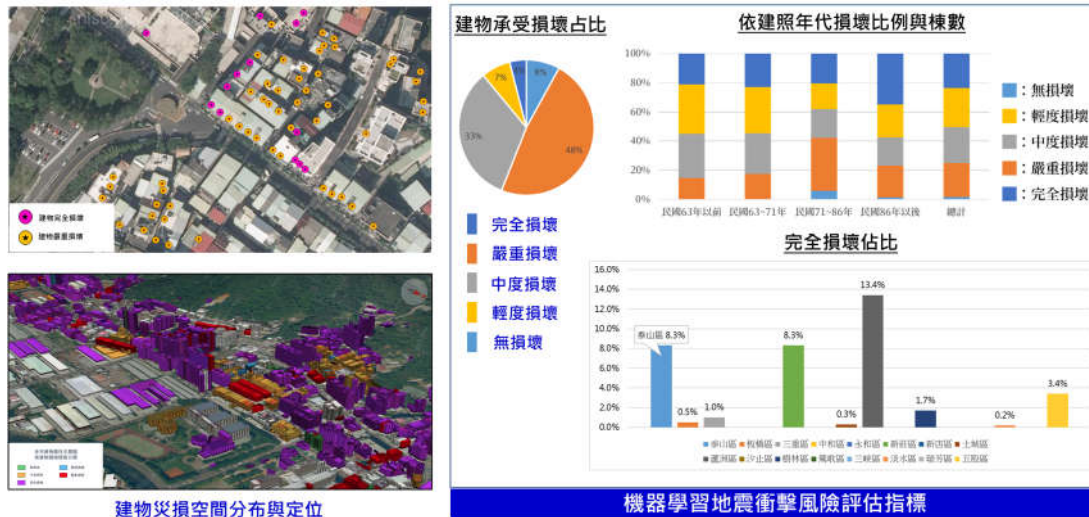


圖 3、機器學習技術輔助地震衝擊風險成果展示

### 三、專案亮點成果

1. 本研究發展機器學習輔助地震衝擊模擬分析技術, 整合 PSERCB 資料庫, 利用機器學習分析建物受災原因與風險分析重要特徵因子, 以深度學習方式發展求解演算法。
2. 地震情境模擬下, 根據地動特性資料進行建物衝擊分析, 快速評估地震災害衝擊之高風險熱區, 有助於提供防災與救災單位參考。
3. 推估結果整合 MDUES 平台, 藉三維建物模型、基礎底圖與建物耐震資料庫, 與建物耐震能力評估數據以簡化圖形與顏色表示出損壞的程度, 利於決策分析在可視化成果展上。

#### 四、 結論與建議

機器學習輔助地震衝擊模擬分析技術，由與台北科技大學合作，利用耐震大數據資料庫作為深度學習的訓練資料，本研究建置機器學習建物地震衝擊模組，可快速估算建物耐震能力，結合多維度地震衝擊動力分析模型，以情境模擬地震事件進行建物衝擊，分析地震災害衝擊的高風險熱區，推估結果以多維度視覺化技術進行展示，研究成果可做為防災和救災機構提供有價值的參考，協助提高地震應變的決策能力。

#### 五、 參考文獻

1. 宋裕祺、蔡益超、陳建忠、賴明俊、邱毅宗、陳俊榕、林宏軒、陳長佑、顏志良 (2017)。鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估系統 PSERCB 之建置與應用。結構工程，32(4)，60-87。
2. 許智豪、柯孝勳、塗冠婷、吳子修、林佳瑩、鄧敏政、劉淑燕 (2022)。建物地震衝擊視覺化模擬展示技術開發。災害防救電子報。第 198 期。