

利用深度學習為基礎的 P 波自動挑波套件

An Automatic P Phase Picking Package Based On Deep Learning Method

黃俊銘¹、郭陳浩¹、鍾佩瑜¹、管卓康¹

1. 國立中央大學地球科學系

一直以來，P 波挑選都仰賴大量的人力，在地震活動頻繁的區域更是繁重。2018 花蓮地震發生後的 12 天內，臨時地震網中就偵測到了超過 4,000 次餘震。雖然有許多文章提出了各種深度學習解決方案，但學術研究與實際工作流程之間還是有不小的差距，我們希望有個可以快速整合進生產流程的套件。

在本次的研究中，我們利用 Zhu 等人在 2018 年提出的 PhaseNet 作為設計藍圖。其中最重要的概念，是將人工挑選誤差以高斯分布的形式取代 P 波到時作為訓練標籤。除此之外，我們更進一步地將 PhaseNet 中的神經網路模型用新的 UNet++ 取代，其重新設計的快速通道，比起原始版本的 U-Net 收斂速度更快。

我們將開發的套件開源，利用 Obspy 作為主要 I/O 的套件，讀取 SEISAN 的 S-file 產生訓練資料集，並使用 Keras 與 Pytorch 作為主要的深度學習框架。另外提供 Docker 映像檔與 Dockerfile 實現快速安裝與一致的開發環境設定。

以本實驗室的使用狀況，大部分收集回來的地震資料都只有垂直分量，而我們也只關心 P 波到時做後續的速度分析，所以將原本 PhaseNet 中的三分量資料縮減至單分量，輸出從 P 波、S 波與雜訊三個類別縮減至單純的 P 波到時。在測試中，利用了約 90,000 筆資料進行訓練，並偵測到一些人工挑選沒有挑出的小地震。