



孔祥重教授演講

How Can End Devices Play a Deeper Role in Deep Learning, Beyond Just Being Dumb Devices?

文/謝宜璇助理、王協源網路工程研究所教授

孔祥重教授現任哈佛大學電腦與電機系比爾蓋茲講座教授。他於 1968 年取得國立清華大學數學系學士學位後，赴美國卡內基美隆大學深造，並於 1974 年取得數學博士學位。他現在也是臺灣中央研究院與美國國家工程院院士。孔祥重教授的研究範圍廣泛，諸如複雜性理論、資料庫系統、平行電腦架構及平行程式、電腦網路、網路安全及無線網路等，近年來更專注於資料分析(Data Analytics)與壓縮感知(Compressive Sensing)的研究。

孔祥重教授於 2017 年 1 月 3 日應邀蒞臨資訊學院演講，講題為：「How Can End Devices Play a Deeper Role in Deep Learning, Beyond Just Being Dumb Devices?」。過去雲端運算蓬勃發展，各種應用也傾向將資料傳送到雲資料中心進行分析，因此網路架構的智慧都存在於雲，而造成「Dumb Devices」的現象。終端裝置也常受限於裝置上有限的運算資源與電池續航力，故過去少有人將複雜的運算如深度學習(Deep Learning)設計於裝置上。而這些因素除了導致網路傳輸量大外，更導致裝置價格低廉。臺灣的科技產業相較於雲資料中心，在終端裝置上更具優勢，然而「Dumb Devices」現象則不利於臺灣產業的市場。近年來物聯網崛起，未來終端裝置的數量也將會快速增長，而為了解決隨之出現的擁擠網路傳輸與資料中心的高負載，將部分運算移回終端設備的概念因此被提出。

在演講中，孔祥重教授提到分散式類神經網路(Distributed Deep Neural Networks, DDNNs)如何能夠賦予裝置智慧。DDNNs 允許一個裝置利用較弱的設備性能作運算，此種分散在終端設備的運算方式對低時間延遲的應用更具優勢，並能夠使多點裝

置互相合作，以達到與單獨在雲資料中心做大數據分析相等甚至更好的效能及準確率。他以一個多台攝影機為裝置的環境作比喻，多台攝影機可以偵測到物件的不同角度，是以能從某攝影機得到高辨識度影像的機率增加；若某攝影機故障，則可使用其它攝影機來協力得到與原來相匹的準確率。

孔祥重教授另外也提到與哈佛大學團隊的研究，BranchyNet，其中提出 Early Exiting 的概念來減少某些不必要的 Deep Learning 訓練過程。Deep Neural Network 中常有許多為了改善準確率而加入的學習層，但是其所需時間與電力能源也相應增加，此架構不利於某些應用如 real-time 或是只有電池電源的裝置。Early Exiting 為在原本 Deep Neural Network 上加入 Exit 分支，並利用分類結果的熵(entropy)作為預測的可靠度。當訓練過程抵達分支時，若 entropy 小於某門檻值則表示當前所訓練的架構可靠，則可以當前的預測為結果，不必再繼續更高層的學習；若不然，則繼續下一學習層運算，直到下一個分支再作如前述的判斷。如此不僅能減低時間與能源的耗費，也能夠減輕梯度消失(Vanishing Gradients)與過度擬合(Overfitting)而帶來更好的準確率。

將部分運算移回裝置設備，可以帶來降低延時、減少網路傳輸量、提高準確率、提高容錯等益處。雖然完備的系統不僅需要水平部署也需要垂直整合，且另有更多諸如安全性和雲資料中心與裝置間分工等考量，但是賦予終端裝置更多智慧並與雲資料中心運算合作的概念已成為一項值得深思的研究課題。