



國立臺灣科技大學

資訊工程系

---

## 碩 士 論 文

採用深度強化學習結合時間序列神經網路預測模型的自  
適性交通信號系統設計

Design of Adaptive Traffic Light Signaling System Using  
Deep Reinforcement Learning combined with Time Series  
Neural Network Forecasting Model

研 究 生：吳宜真

學 號：M10815045

指 導 教 授：馮輝文 博士

中華民國一百一十一年十月十九日





# 採用深度強化學習結合時間序列神經網路預測模型的自適性交通信號系統設計

學生：吳宜真

指導教授：馮輝文 博士

國立臺灣科技大學資訊工程系

## 摘 要

由於目前長期演進上行傳輸使用的經典排程演算法並未顧及使用使用者裝置的延遲狀況且其公平性不佳，導致部分使用者裝置得不到資源以傳輸資料且封包嚴重遺失，再者，資源分配方式的效率亦不佳，因此，本碩士論文著眼於設計一排程演算法來消弭封包大量遺失的狀況並提升使用者裝置的公平性。為能改善封包遺失率，我們的排程演算法不以使用者裝置通道品質為基礎，而是加入延遲預算做考量，選擇使用者裝置中平均佇列頭端封包剩餘延遲預算最少的使用者裝置為優先對象，使其能優先獲得較佳的資源以進行資料傳輸，降低使用者裝置的封包遺失率。除此之外，透過參考使用者裝置平均配置過的資源數量，讓取得過較少資源的使用者裝置也能有機會取得資源，進而提升整體的公平性，另外，我們的排程演算法在連續分配上設置分配數量限制，能更有效地利用資源，進一步提升系統的吞吐量。最後，在固定服務流數量與隨機服務流數量安排下，模擬數據印證本碩士論文提出之排程演算法均能達到預期的效果，與其他相關的排程演算法相比，除了能有效降低封包的遺失率，更可提升整體使用者裝置彼此間的公平性及系統的吞吐量。

關鍵字：長期演進，上行排程演算法，封包延遲，延遲預算，封包遺失率。

# Design of Adaptive Traffic Light Signaling System Using Deep Reinforcement Learning combined with Time Series Neural Network Forecasting Model

Student: Yi-Chen Wu

Advisor: Dr. Huei-Wen Ferng

Submitted to  
Department of Computer Science and Information Engineering  
College of Electrical Engineering and Computer Science  
National Taiwan University of Science and Technology

## ABSTRACT

Nowadays, classic scheduling algorithms used in LTE uplink fail to take care of delay conditions and fairness among user equipments (UEs), resulting in severe packet losses and poor fairness for some UEs. Meanwhile, the corresponding resource allocation is not efficient as well. Therefore, we aim at designing a scheduling algorithm to avoid packet losses and enhance fairness. Targeting towards the aforementioned goals, the delay budget rather than the channel condition of UEs serves as the key factor when designing our algorithm. Our algorithm employs the principle that the UE with the least delay budget left in queue will be scheduled preferentially first. By doing so, it is allowed to get good-quality resources to transmit data so that the problem of packet losses can be alleviated. Furthermore, the amount of allocated resources is taken into account. UEs with fewer allocated resources still have chances to be served to improve fairness. In addition, our proposed algorithm poses a constraint in sequential resource allocation so that resources can be utilized efficiently and the overall throughput can be improved. Finally, our simulation results support that our proposed algorithm performs well as expected either in a scenario with a fixed number of service flows or in a scenario with a random number of service flows. Compared with the other related algorithms, our proposed algorithm has fewer packet losses as well as better system throughput.

Keywords : LTE, Uplink Scheduling, Packet Delay, Delay Budget, Packet Loss Ratio.

## 誌

## 謝

首先，我要向我的指導教授馮輝文教授致上誠摯的感謝，在這兩年多以來的碩士學業中，不只是在學術知識上給予指導，也關心學生們的身心狀況，同時期望我們不只在面對學術研究時能有嚴謹且實事求是的態度，在面對生活與做人處事上更能認真負責，抱持積極正向的心境走過遭遇的困境。更感謝教授在我輾轉找尋研究方向時，總能耐心的與我討論並指出正確的思考方向，最後能順利找到研究方向並深入探討，同時也在論文的撰寫上給予了我許多建議與方向，兩年多來的研究生生活著實紮實且獲益匪淺，非常感謝教授對於我的教誨與付出的心力。

同時也要感謝口試委員林嘉慶教授、謝宏昀教授以及黎碧煌教授能在繁忙的事務中抽出時間，同時感謝教授們在報告後能以不同的思維角度，給予我諸多專業且具啟發性的意見與指導，使得研究的內容能更加充實，本論文得以更臻完善。

此外，也要感謝無線通訊暨網路工程實驗室的所有成員，感謝許雅淑學姊、雷正學長、趙清松學長、蔡亞宸學姊、黃雅喻學姊、王柏歲學長與楊育維學長對我的諸多照顧，總是給予許多經驗的傳授及學術知識的指導，讓我獲益良多。同時也感謝陳佳瑩、王騰輝與蘇毓傑陪同一起修課，並在研究的過程中彼此給予鼓勵與安慰。也謝謝李佩瑩、蔡雅如、洪家琪、劉羽軒、曾英祖、馬維均、黃光緯、鄭丁元等學弟妹們幫忙分擔處理實驗室的各種事務，並帶來許多歡笑與輕鬆舒適的氛圍。同時也謝謝常家銘、陳信安、戴邵軒、黃柏歲、夏致群、劉澤、劉冠甫等大學時的同學及學長們，在研究生生活上的各種相互扶持與幫助。

最後，要感謝我的家人對我的照顧，不時給予我精神的鼓勵與物質上的支持，讓我能求學過程中能專心進行研究，也謝謝女友琳達一直以來的陪伴，互相分享生活上發生的大小事，即使在外地工作仍能感受心中的溫暖。感謝所有幫助過我的人，若非有你們，我無法獨自完成今日的成果。願家人和所有愛我與我愛的人，能一同分享碩士研究與論文完成的喜悅。

李承洋 謹誌於 2016/12/19 臺灣科大無線通訊暨網路工程實驗室 RB306-2

# 目 錄

# 表 目 錄



# 圖 目 錄