**自動問題生成之以深度知識追蹤為輔的適性程式設計學習初探A pilot Study of Adaptive Programming Learning Aided by Deep Knowledge Tracking for Automatic Question Generation**

呂浚宏，洪暉鈞

國立中央大學 網路學習科技研究所

luhubert51824@gmail.com

hch@cl.ncu.edu.tw

【摘要】 近年來，以學生為主的教學方法逐漸被各教育機構所採用，例如:合作學習，教中學等等，但也衍生出無法準確測量學生的學習狀況。因此，我們想藉由問題測驗的方式，來輔助教師了解學生學習狀況。為此本研究預計研發一科技輔具，使用BERT技術來達成自動問題生成(Automatic Question Generation, AQG) 以減輕教師負擔；再經由深度知識追蹤對問題之知識點進行標記和難度分級，依學生填答結果對下次問題做適性化調整，期望提高學生學習表現也讓教師掌握學生之學習概況。

【關鍵詞】 適性化學習、自動問題生成、深度知識追蹤、機器學習

# 1.研究動機

由於近年來，教中學這一學習概念越來越流行，且這種學習模式也被應用於程式設計課程之中。然而，對學生學到了多少，卻無法得知。因此衡量學習標準的存在是必須的。而問題則是評估學習表現的常見方法(Pinter et al., 2020)。然而，創造問題對於教師來說不僅費時也費力同時也無法確定學生是否有效吸收課堂所學知識。(Lu et al., 2021)。因此，需要一種輔助工具，降低教師負擔的同時又能確切掌握學生之學習狀況。

本研究欲利用現代AI技術，特別是自然語言處理（Natural Language Processing, NLP），提供自動問題生成來當作解決方案並結合深度知識追蹤演算法，針對不同程度學生自動生成問題組，讓教師能確切掌握學生之學習狀況。

# 2.文獻探討

問題生成已成為教育方面和自然語言處理的新興研究領域 (Beg & Beg, 2018; Deena & Raja, 2022)。NLP的目的為模仿人類如何使用語言並學習如何去運用來達成目標(Chowdhary, 2020)。Le 等人將AQG的概念定義為：「從各種輸入（如文本、數據庫）來生成問題」(Le et al., 2014)。

Google 開發的BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers, BERT) 採用 Transformer 的編碼器以預訓練 + 微調的方式，且為雙向的學習架構(Devlin et al., 2018)。 而它也是一個使用巨量數據的預訓練模型，並且它可以讓研究人員對其參數進行微調，達到期望結果 (Pan & Yang, 2009)

根據 2017 年美國國家教育技術計劃，個人化學習被定義為「針對每個學習者的需求和學習速度對教學方法進行調整。儘管「個人化學習」和「適性化學習」這兩個術語不同，但它們在各種研究中被發現經常被研究者們交換使用(Göbel & Mehm, 2013; Lin et al., 2013)。此外，適性化學習可以根據學習者的表現來進行，而不需要其個人喜好和習慣。因此本研究旨在透過適性化學習之概念，對測驗進行適性化調整，使其與學生知識水平相符合。

# 3. 系統介紹

建立課程專用伺服器：提供學生連線之伺服器進行操作學習，並保留各學生練習測驗日誌資料。抓取學生編程日誌。經量化及資料處理後以資料庫型式儲存。最後對資料庫內的資料進行分析。

自動問題生成：機器生成的問題預計使用BERT來進行問題生成，BERT模型的預訓練會執行以下兩種動作：第一步為Mask LM（Masked Language Model），其主要是做單字的雙向學習。將一個句子放入模型，模型會隨機遮蔽已輸入的資料中大約 15% 左右的單字，再來會讓模型運行整個被遮蔽起來的句子，並讓其去預測被遮蔽住的單詞。第二步為NSP（Next Sentence Prediction）：學習句子層級的相關性，判斷兩個句子是不是連續的句子，且預測是否互相關聯。

深度知識追蹤：我們會先確認課程內容，並對「python教育資料探勘實作」課程內教師所要教導的內容（知識點），進行分類和分級。預計會分成四大面向：「基本程式」、「資料科學基礎」、「資料視覺化」和「機器學習」，並對生成好的問題做分類。再將分類完好的問題進行難度分級（簡單:1、中等:2、困難:3），最後整合為問題題庫。

適性化調整：藉由深度知識追蹤所標記好的知識點，我們可以對學生每次的填答結果作出紀錄和分析，並對問題進行調整。

# 4.預期成果

(1)降低問題所需成本：藉由自動問題生成，教師們可以減少出題所花時間。

(2)掌握學生學習近況：教師可以藉由學生的答題紀錄了解其知識缺陷。

(3)程式設計能力：我們希望學生能藉由適性化出題，多練習自己較不熟悉的題目，增進對於該知識點的記憶，來提升學生的學習表現，以學習成績量化評估。

# 致謝

本研究感謝科技部專題研究計畫（計畫編號: 111-2628-H-008-002-）與教育部教學實踐研究計畫（計畫編號：PSK1110205）以及國立中央大學學習科技研究中心支持。

參考文獻 Uncategorized References

Beg, A., & Beg, A. (2018). Using open technologies for automatically creating question‐and‐answer sets for engineering MOOCs. *Computer Applications in Engineering Education*, *26*(3), 617-625. <https://doi.org/10.1002/cae.21913>

Chowdhary, K. (2020). *Fundamentals of artificial intelligence*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-3972-7>

Deena, G., & Raja, K. (2022). Objective Type Question Generation using Natural Language Processing. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *13*(2). <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2022.0130263>

Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *arXiv preprint arXiv:1810.04805*.

Göbel, S., & Mehm, F. (2013). Personalized, adaptive digital educational games using narrative game-based learning objects. In *Serious Games and Virtual Worlds in Education, Professional Development, and Healthcare* (pp. 74-84). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-3673-6.ch005>

Le, N.-T., Kojiri, T., & Pinkwart, N. (2014). Automatic question generation for educational applications–the state of art. *Advanced computational methods for knowledge engineering*, 325-338. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-06569-4_24>

Lin, C. F., Yeh, Y.-c., Hung, Y. H., & Chang, R. I. (2013). Data mining for providing a personalized learning path in creativity: An application of decision trees. *Computers & Education*, *68*, 199-210.

Lu, O. H., Huang, A. Y., Tsai, D. C., & Yang, S. J. (2021). Expert-Authored and Machine-Generated Short-Answer Questions for Assessing Students Learning Performance. *Educational Technology & Society*, *24*(3), 159-173. <https://www.jstor.org/stable/27032863>

Pan, S. J., & Yang, Q. (2009). A survey on transfer learning. *IEEE Transactions on knowledge and data engineering*, *22*(10), 1345-1359.

Pinter, R., Maravić Čisar, S., Kovari, A., Major, L., Čisar, P., & Katona, J. (2020). Case study: students’ code-tracing skills and calibration of questions for computer adaptive tests. *Applied Sciences*, *10*(20), 7044. <https://doi.org/10.3390/app10207044>