南大真平 TAIDE 臺英語機器人智慧共同學習

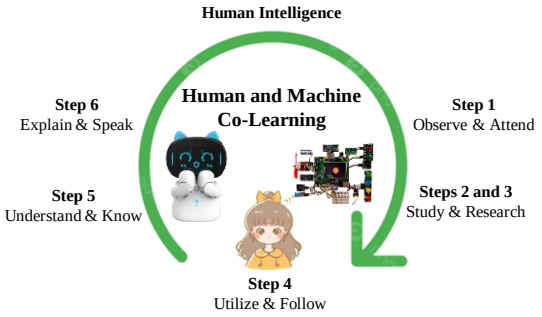
文／李健興、王美慧、陳祉瑀、江俊達、陳為志、李培瑜

前言

人工智慧（Artificial Intelligence, AI）與生成式 AI （Generative AI, GAI）結合大型語言模型（Large Language Model, LLM）在自然語言處理、圖片自動生成、人類語言學習（Human Language Learning）及機器語言應用（Machine Language Application）領域發展日益成熟。為了提升年輕學生善用 AI 工具，跨語言同步學習臺語及英語能力，並啟發年輕學生的計算智慧（Computational Intelligence, CI）實作未來生活應用創意，國立臺南大學李健興教授研究團隊執行國科會計畫，研發南大真平 TAIDE 臺英語機器人及 CI&AI 學習工具軟硬體平台，期望教師能觀察不同時空領域學習者需求，進行因材施教，讓每位學生依其能力完成有效深度學習任務，達成真正學習平權目標。南大真平 TAIDE 臺英語機器人團隊建構創新觀自在智慧人機共學模式，包括： 人類智慧學習跨語言 AI 臺英語應用、機器智慧學習設計 AI 生活應用與生成式 AI 人機共學模糊標記語言（Fuzzy Markup Language, FML）語言，除了邀請臺灣高雄市東光國小及臺南市仁德國小進行場域驗證，並已於 2023 年至 2024 年在國際電機電子工程師學會（IEEE）、IEEE 計算智慧學會（CIS）及 IEEE R10 亞太地區教育委員會支持下，逐年推廣至美國、韓國、日本、香港及馬來西亞等國家之國際會議與學習場域，並期望 2025 年至 2026 年能在 IEEE 國際會議的持續支持下，順利擴展至挪威、法國及荷蘭等歐洲國家。

AI 人機共學：觀自在智慧人機共學模式

AI 人機共學架構的精神為融合古老傳統人類產生之東西方文化，智慧學習觀自在知識，包括： 西方亞里斯多德之本體論（Ontology）知識架構與東方玄奘之心經（Heart Sutra）人類智慧，並導入圖靈測試（Turing Testing）概念，結合人類學習（Human Learning）認知經驗與機器學習（Machine Learning）推論技術，進而運用中央研究院的自然語言處理（Chinese Knowledge Information Processing, CKIP）技術，將 AI 人機共學歷程區分成四大階段與六個步驟，讓學生和 AI 機器人一起跨語言學習臺英語（Taiwanese/English Language）與體驗實作計算智慧未來生活應用（Lee et al., 2023）。



（a）　　（b）

圖 1.（a）玄奘翻譯心經文字

（圖片來源：維基百科般若波羅蜜多心經）

（b） AI 人機共學六個步驟

南大真平 TAIDE 臺英語機器人觀察自己處在不同時空領域、參考與環境互動智慧本體、深度學習人類知識、設計適合學習者的學習目標與達成實作學習任務，期望教學者與學習者能從觀自在知識提升到觀自在智慧境界，提高人機共學動機與學生學習成效。AI 人機共學四大階段包括，(I) 第一階段： 學習資料課前準備及收集、(II) 第二階段：學習資料前處理、(III) 第三階段： 學習資料分析、及（IV）第四階段： 學習資料評估（Lee et al., 2023）。圖 1（a）為玄奘翻譯心經 260 個字及圖 1（b）為 AI 人機共學六個步驟，包括：（1）教師觀察及參與（Observe & Attend）人機共學學習活動、(2) 學生學習（Study）、(3）教師研究（Research）人機共學知識、(4）學生利用與遵循（Utilize & Follow）人機共學學習工具互動學習、(5）學生理解與熟悉（Understand & Know）設計人機共學生活應用、及（6）學生解釋與講述（Explain& Speak）人機共學知識概念。基於強化學習（Reinforcement Learning）精神透過 AI 人機共學的四個階段與六個步驟了解學生的學習進度及學習狀態，並根據學習者需求調整教學策略，期望達到更佳的學習效果（Lee et al., 2023）。

AI 人機共學機器人與 CI&AI 軟硬體學習工具平台

一、南大真平 TAIDE 臺英語機器人

南大真平 TAIDE 臺英語機器人整合臺灣中小學本土語言真平臺語學習教材，結合美國 Meta AI Universal Speech Translation （UST）及 Llama 3.1 大型語言模型開源軟體，運用可信任 AI 對話引擎（Trustworthy AI Dialogue Engine, TAIDE）及 Zephyr 等大型語言模型（Large Language Model, LLM），研發建置臺英語學習 AI 機器人。Meta AI UST 技術（Chen et al., 2022）是一種聲音對聲音的轉換技術，能不經過文字處理直接將臺語語音轉換為英語語音。南大真平 TAIDE 臺英語機器人運用 Meta AI UST 模型、文字轉語音及語音辨識等技術實現臺語、華語和英語的多模態輸入，具

有臺英語簡易對話、臺英語華語融合、臺英語 AI 生成圖片及臺英語共學等特點（圖 2）。

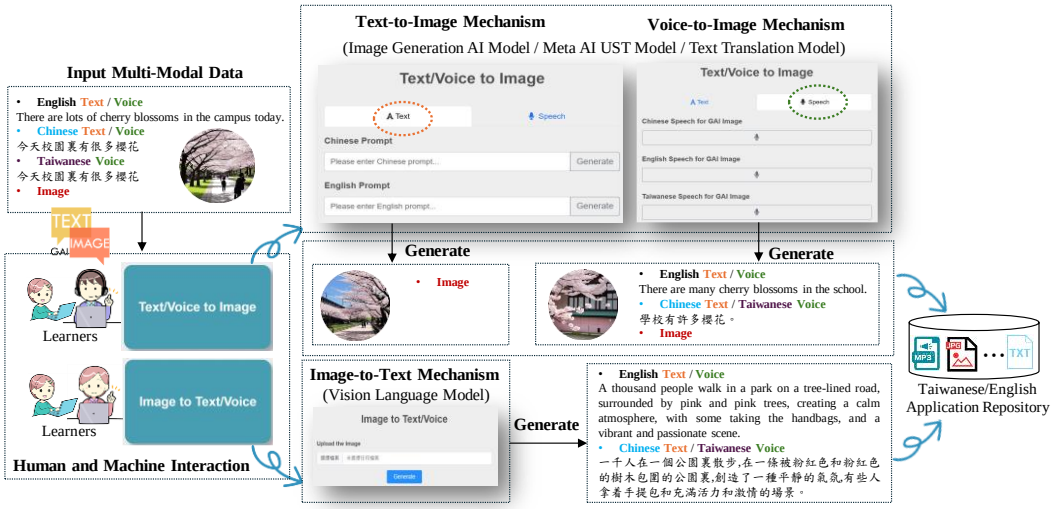


圖 2、南大真平 TAIDE 臺英語機器人實現臺語、華語和英語多模態輸入 AI 人機共學

學生使用臺語與南大真平 TAIDE 臺英語機器人互動學習後，機器人即時生成相對應的知識圖（Knowledge Graph），幫助學生快速製作學習筆記，同時讓教師了解學生在學習過程中的知識理解情況，對學生學習和老師教學均有顯著幫助。透過與 AI 機器人的互動學習，能讓平時不願意開口說臺語的學生，開始使用臺英語溝通對話。2024 年南大團隊已在日本、馬來西亞、香港及臺灣進行場域驗證。目前南大真平 TAIDE 臺英語機器人智慧臺語能力約為國中小學生程度，期望可以提升至高中或大學生臺英語對話能力。

二、CI&AI 軟硬體學習工具平台

計算智慧（Computational Intelligence, CI）主要包括模糊系統、演化式計算及類神經網路三大領域，南大與義大利團隊合作計算智慧生活應用，期望解決傳統計算方法難以處理的高度複雜問題（Lee et al., 2024a）。2023 年及 2024 年南大團隊與 IEEE CIS 及 IEEE R10 SPNIC 共同舉辦 CI&AI 創新倡議學習活動，參與者運用 CI 和人工智慧模糊標記語言（AI-FML）科學技術，體驗 CI 學習工具及其硬體/軟體應用，並利用智慧互動學習模式和實際案例實作，提高學習者學習效果 ML）科學技術，體驗量子 CI 學習工具及其硬體/軟體應用，並利用智慧互動學習模式和實際案例實作，提高學習者學習效果，啟發年輕學生對 QCI&AI 領域初步的認識及 AI 時代未來生活應用認知與以人為本的 AI 創意思考（Lee et al,. 2024c）。

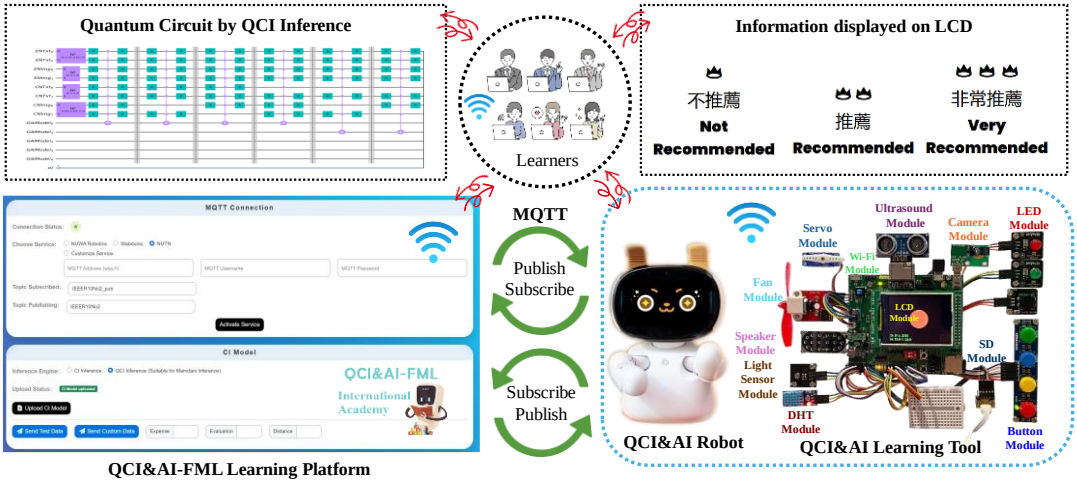


圖 3、 CI&AI 機器人與學習工具溝通示意圖

CI&AI 學習工具與 STEM 教育創新結合，能支援 IEEE 1855-2016 FML 國際標準，整合人類智慧（Human Intelligence, HI）與機器智慧（Machine Intelligence, MI），可以應用於人類日常生活情境中。CI&AI-FML 學習平台與 CI&AI 學習工具經由 MQTT 協定實現人類語言（CI 知識模型及推論模型）與機器語言（Python 或 Blockly 程式語言）之間的溝通，達成人機共學的目標（圖 3）。簡要說明如下：(1) 小學低年級學生：可以進行體驗式學習，互動學習產生生 QCI&AI 機器人學習資料。(2) 小學中年級學生：可以使用積木程式結合生活應用資料，控制 QCI&AI 機器人進行操作式學習。(3) 小學高年級學生與中學生：可以使用 QCI&AI-FML 學習平台建立 CI 模型，並利用學習資料進行模型推論和實作式學習。(4) 中學生與大學生：可以結合 QCI&AI 學習工具進行機器學習實作，並利用生成式 QCI&AI 機器人學習資料進行 CI 模型微調，達成學習者互動體驗學習。AI 人機共同學習模式可以增強學生在 STEM 領域的知識體驗和親自動手實作技能。

CI&AI-FML 人機共學場域驗證

一、高雄市東光國小 CI&AI-STEM 教育與機器學習

機器學習是人工智慧的核心技術之一，可以結合大數據（Big Data）與 CI 技術進行機器學習，建立應用模型，例如: ChatGPT 與自動駕駛系統等。高雄市東光國小的教師嘗試藉由 CI&AI 專題實作，讓學生理解人工智慧和機器學習的運作原理及過程，並積極將 STEM 創新教育落實到教學現場。

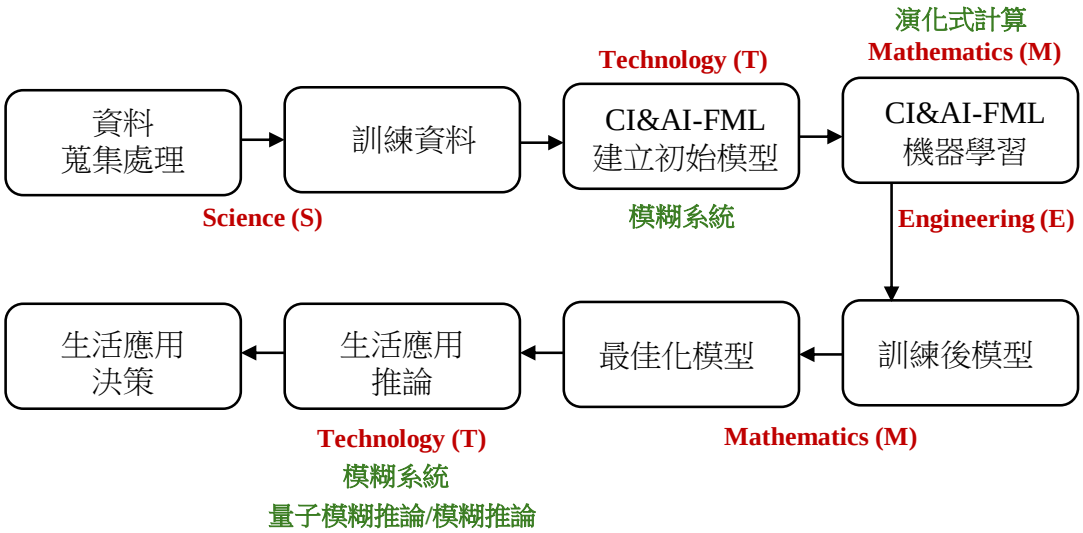


圖 4、南大與高雄市東光國小 CI&AI-STEM 創新教育與機器學習方塊圖

高雄市東光國小師生團隊自 2018 年起參與南大與義大利團隊開發之機器學習軟體工具 AI-FML 代理人場域驗證國際合作計畫，並在臺南市與高雄市的中小學推廣說明與進行實作演練，分享學生人工智慧生活應用的專題實作成果。圖 4 為南大與東光國小 CI&AI-STEM 教育及其與機器學習方塊圖，表 1 為其簡要說明，強調模糊系統和演化式計算在 CI&AI-FML 學習平台中的關鍵作用。

表 1.CI&AI-FML 學習平台與 CI&AI-STEM 教育及機器學習關聯說明

項目	內容
機器學習	資料蒐集、處理、CI&AI-FML 初始模型建立、CI&AI-FML 機器學習、訓練後模型、最佳化模型、生活應用推論、生活應用決策支援。
STEM 教育	• 科學（Science, S）：資料蒐集、處理、訓練資料分析、資料清洗 • 科技（Technology, T）：CI&AI-FML 初始模型建立、生活應用推論 • 工程（Engineering, E）：機器學習過程、產生訓練後模型 • 數學（Mathematics, M）：CI&AI-FML 機器學習、訓練後模型、最佳化模型
CI&AI	• QCI&AI-FML 模型建立：基於 HI 建立模糊系統知識模型、推論模型 • QCI&AI-FML 應用推論：基於 CI 模型推論輸出結果 • QCI&AI-FML 機器學習：演化式計算

二、高雄市東光國小校園綠能應用案例

高雄市東光國小學校太陽能板每日發電會產生大量的資料，本案例以「校園綠能」所蒐集的資料，結合 CI&AI-STEM 教育及機器學習，使用 CI&AI-FML 學習平台，進行 CI&AI-FML 人機共學應用。參與學生自蒐集的資料擷取特徵成為訓練集，透過 CI&AI-FML 學習平台建立 CI 模型與機器學習，並由最佳化模型預測每日的發電量，

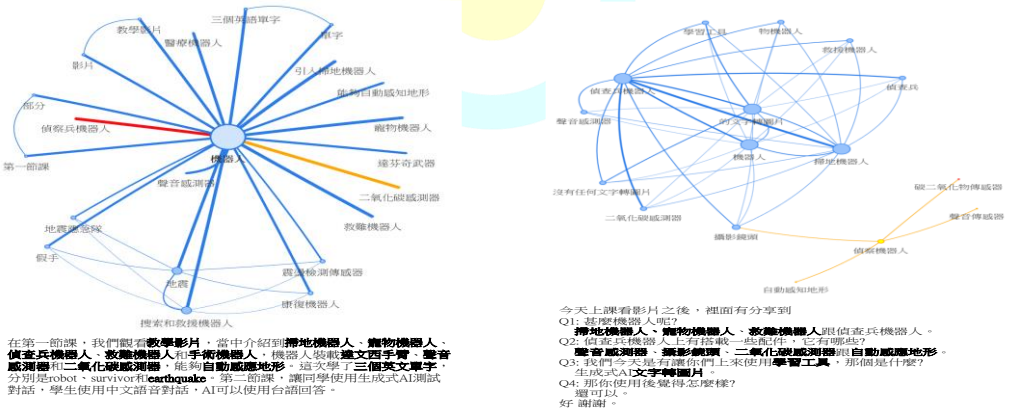
引導學生瞭解學校每天產生的電量與實際用電量的差距，激發學生思考如何節省用電，達到節能減碳的目標。表 2 為學生學習機器學習的步驟。在 2019 至 2024 年期間，學生進行許多 AI-FML 生活相關應用相關應用探討，例如：雨量預測、智慧居家、橋牌贏磴數預測等專題實作，並在國內外公開活動與競賽的機會，展現學生的學習成果，學生表現獲得許多國內外專家學者和師長讚賞，進而激發學生更多的學習熱忱，透過生活應用專題實作，讓 AI 教育推展更蓬勃。

表 2. 學習機器學習的步驟

步驟 1：學生將太陽能發電相關的資料，擷取特徵進行前處理成為資料集，並將資料集分為訓練資料集與測試資料集。
步驟 2：在實驗過程中，嘗試改變訓練資料或設定不同 CI&AI-FML 演化式計算粒子群聚最佳化方法的參數（例如: 訓練代數與粒子數）進行機器學習，產生不同的訓練模型。
步驟 3：使用測試資料進行測試訓練模型，並以均方誤差（MSE）低和語意匹配正確率（Accuracy）高為標準找出最佳化模型。
步驟 4：以最佳化模型預測隔天或未來幾天的太陽能發電量。

三、臺南市仁德國小及仁和國小 TAIDE 臺英語機器人應用

臺南市仁德國小自 2019 年起與南大團隊合作，推動 AI 創新學習模式，透過 AI-FML 人機共學平台，結合人類智慧與機器學習工具，以「AI 機器人預測颱風天放假可能性及仁德地區淹水可能性」等主題，實作智慧應用案例並成立人機共學社團，導入人機共學模式之概念式、體驗式、實作式、操作式以及表達式學習（Lee et al., 2021）。



（a）　　（b）

圖 5. 臺南市仁德國小社團課程（a）教師部份教學綱要知識圖及（b）學生表達式學習重點知識圖

圖 5（a）-（b）分別為臺南市仁德國小社團課程中，教師部分教學綱要及學生表達式學習重點，結合 LLM 生成知識圖（Lee et al., 2024a），節點越大表示此概念越重要，節點間的線條粗細表示兩概念間的關係強弱，簡要說明如下：(1) 課堂教學影片引導學

生學習重點。(2) 學生表達式學習產生人機共學資料。(3) 南大真平 TAIDE 臺英語機器人生成知識圖，協助教師了解學生學習狀況。圖 6 為臺南市仁和國小學生在 2023 年 9 月 13 日課程，兩位學生表達式學習重點生成的知識圖。

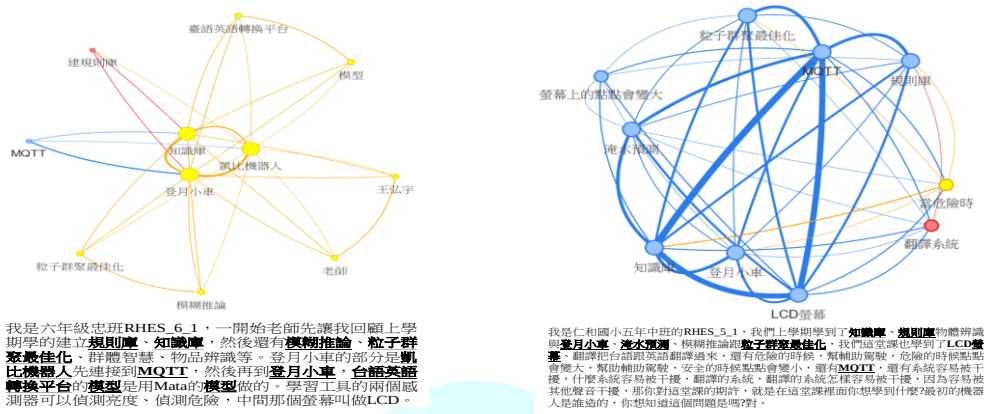


圖 6、臺南市仁和國小社團課程學生表達式學習重點知識圖

此外，臺南市仁德國小結合教育部「生生用平板」計畫與真平臺語教材，透過南大真平 TAIDE 臺英語機器人進行臺英語口說學習，導入五年級的臺語課程，激勵學生開口說臺語與學英語。112 學年度上學期約 25 位學生在教師帶領下，練習 88 個單元次數，產生 323 筆練習資料。下學期參與學生擴及中低年級，練習 155 單元次數，產生 2774 筆練習資料，南大真平 TAIDE 臺英語機器人可以協助老師評估學生練習成效，例如：再加強、不錯、很棒（Lee et al., 2024b）。表 3 為 112 學年度五年級學生臺英語練習統計結果，平均學習狀態需搭配教學場域軟硬體設施及師生支持，才能落實至教學場域。

表 3. 112 學年度臺南市仁德國小五年級學生臺英語練習統計

項目 / 112 學年	練習筆數	練習單元數	平均分數	南大真平 AI 臺英語機器人練習單元評語					
				再加強[0, 40]		不錯（40, 60]		很棒（60, 100]	
				筆數	百分比	筆數	百分比	筆數	百分比
上學期	323	88	72.6	25	28.4	22	25	41	46.6
下學期	2079	101	72.2	38	37.62	42	41.5	21	20.7

AI 人機共學未來展望

EEE WCCI 2024 日本橫濱 CI&AI 國際示範競賽小學組冠軍，高雄市東光國小五年級學生學習心得表示：「以輕鬆有趣的方式，依照主題讓小學生體驗 AI，將複雜的 AI 議

題以簡單易懂的方式介紹與說明，增強小學生對 AI 的認知，並結合動手實作的樂趣，非常喜歡這樣的活動」。南大真平 TAIDE 臺英語機器人運用生成式 AI 技術，實現多模態臺英語簡易對話與生成 AI 影像等功能，結合 CI&AI 學習工具軟硬體平台，將跨語言 AI 臺英語應用於 CI&AI-STEM 教育與機器學習，推廣觀自在智慧人機共學模式至美國、韓國、日本、香港及馬來之國際會議與學習場域，期望 2025 年至 2026 年能在 IEEE 國際會議的持續支持下，順利擴展至挪威、法國及荷蘭等歐洲國家。

致謝

本研究承蒙臺灣國科會計畫（計畫編號 NSTC 113-2622-E-024-001 及 NSTC 112-2221-E-024-007-MY2）部分經費補助，以及國研院國家高速網路與計算中心提供計算資源，協助本研究順利進行，特此感謝。並感謝 IEEE R10、IEEE CIS、參與學習活動師生、國立臺南大學知識應用暨網路服務研究中心及 OASE 實驗室團隊成員之共同參與協助。

李健興、王美慧、陳祉瑀、江俊逵
國立臺南大學資訊工程學系
陳為志
高雄市東光國小
李培瑜
臺南市仁德國小

參考資料

[1] Lee, C-S., Wang, M-H., Ciou Z-H., Chang, R-P., Tsai, C-H., Chen, S-C., Huang, T-X., Sato-Shimokawara, E., Yamaguchi, T. （2021） Robotic assistant agent for student and machine co-learning on AI-FML practice with AIoT application. 2021 IEEE International Conference on Fuzzy Systems （FUZZ-IEEE 2021）, Luxembourg, Luxembourg, Jul. 11-14.

[2] Chen, P-J., Tran, K., Yang Y., Du, J., Kao, J., Chung, Y-A., Tomasello, P., Duquenne, P-A., Schwenk, H., Gong, H., Inaguma, H., Popuri, S., Wang, C., Pino, J., Hsu, WN., Lee, A. （2022） Speech-to-speech translation for a real-world unwritten language. https://arxiv.org/abs/2211.06474.

[3] Lee, C-S., Wang, M-H., Reformat, M., Huang, S-H. （2023） Human intelligence-based Metaverse for co-learning of students and smart machines. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing 14：7695-7718.

[4] IEEE CIS （2023） What is Computational Intelligence?. https://cis.ieee.org/about/what-is-ci.

[5] Lee, C-S., Wang, M-H., Chen, C-Y., Yang, S-C., Reformat, M., Kubota, N., Pourabdollah, A. （2024a） Integrating quantum CI and generative AI for Taiwanese/English co-learning, Quantum Machine Intelligence, Mar. （2024）

[6] Lee, C-S., Wang, M-H., Chen, C-Y., Lee, Y-H., Tseng, G-Y., Yang, S-C, and Reformat, M. （2024b） Transformer-based semantic SBERT robot with CI mechanism for students and machine co-learning. 2024 IEEE World Congress on Computational Intelligence （IEEE WCCI 2024）, Yokohama, Japan, Jun. 30-Jul. 5.

[7] Lee, C-S., Wang, M-H., Ismail, M-H., Lei, C-U., Cheung, C-C. （2024c） 2024 IEEE R10 EAC and IEEE CIS Education Portal Activities：A sandbox for teaching and learning in CI for pre-university and undergraduate students. https://newsletter.ieeer10.org/ieee-r10-newsletter-july-edition-2024/