

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PEE1101204

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2021.08.01 – 2023.01.31

運用對話機器人於軟體工程課程之教學實踐研究

軟體工程

計畫主持人(Principal Investigator)：馬尚彬

協同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立臺灣海洋大學資訊工程系

成果報告公開日期：

☐立即公開 ☒延後公開(統一於 2025 年 1 月 31 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：112 年 3 月 21 日

運用對話機器人於軟體工程課程之教學實踐研究/ Study on Applying Chatbots to the Teaching of Software Engineering

一. 本文 Content (3-15 頁)

1. 研究動機與目的 Research Motive and Purpose

軟體工程(Software Engineering)課程主要教導學生如何以系統性與規範化的流程去開發和維護軟體，包含軟體需求分析、軟體設計、軟體測試等方法，是開發有品質的中大型軟體之重要基礎能力。近年來，敏捷開發方法(Agile Method，例如 SCRUM)是目前產業界更偏好使用的開發模式，其強調開發團隊與領域專家之間的緊密協作、面對面的溝通、頻繁交付新的版本、以及建立自我組織型的團隊；而 DevOps (Development 和 Operations) 則是目前軟體工程的最新趨勢，仍是以敏捷開發方法作為基底，但更強調開發(Dev)與維運(Ops)流程合而為一，希望解決過去開發團隊與維運團隊的衝突問題，以持續整合和持續佈署來自動化相關的流程。申請人過去幾年已將軟體工程課程之授課內容進行適度的調整，除了含括傳統軟體工程之重要核心觀念與方法，亦融合現代軟體工程之新方法與技術，如上述所提之敏捷開發方法與 DevOps 流程與工具。

從先前的軟體工程課程的授課經驗中，我們發現這門課程知識涵蓋層面相當廣泛，學生不容易同時有效吸收多種技術概念，因此適度的引導與討論對於此門課程相當重要，然而，教學成效往往會受限於固定的教學時空(上課時段與教室)，即便教師與助教開放學生於課後時間提問與討論，因教師與助教資源有限，仍無法全面性的滿足學生的需求。除了原本即較害羞而不敢提問的學生，原本欲提問的學生也可能不好意思經常性地請益老師或助教。我們嘗試將目前教學現場問題列舉如下：

- 課程廣度：課程知識涵蓋層面廣泛，且介紹的工具類型較多，學生不容易同時有效吸收多種技術概念。學生需要學習需求分析、系統設計、系統測試、版本控管、專案管理、持續整合/部署等多項主題，每個主題均有獨特的知識領域，學生在學習過程中容易產生障礙，或不熟悉如何整合這些知識。
- 有限的助教資源：助教除了回覆學生之提問外，亦需協助軟工工具的實習教學指導，另外也擔任各專案的客戶代表，協助確認各組的需求方向是否正確、設計是否適當、UI/UX 是否妥適等，需投入大量助教資源。
- 有限的教學互動：
 - 學生有課程問題因較害羞或不知如何組織問題，因而不敢提問。
 - 因老師與助教時間有侷限，學生無法隨時提問或即時得到回覆。
 - 學生的問題是重複出現的 FAQ (Frequently Asked Questions)，但老師與助教需重複性地回覆不同的學生，而排擠到更有價值的討論。
 - 學生的問題是不知道如何找尋教材或網路上的資源，老師與助教僅需提供必要的指引即可，但因時間有限，答覆的效率不彰。
- 學習弱項：部分學生沒有清楚掌握自己的作業或考試成績與錯誤情況，亦不了解自己的學習弱項，無法進行針對性的補強。
- 團隊溝通障礙：部分團隊在協作專案時，因沒有良好的專案管理或版本控管機制，而導致無法妥善累積與整合先前成果，進行耗費許多重工(rework)時間。

在另一方面，近年來，數位互動教學(Digital Interactive Learning)相當受到重視，其中，對話機器人(Chatbot)技術更是備受注目的新穎技術，對話機器人透過電腦程式模擬

真人來與使用者對話，其可搭配自然語言處理技術(Natural Language Processing, NLP)，透過分析關鍵字來了解使用者的意圖，再回應適當的答覆，同時，由於即時通訊(Instant Messaging, IM)技術的發展已日趨成熟，許多商家與企業開始將 IM 平台作為服務提供的重要管道，Chatbot 即是目前以 IM 提供服務常見的形式之一，換言之，以對話機器人(Chatbot)提供服務已成為重要的軟體使用者介面形式，包含銀行、電子商務、醫療等領域均陸續出現對話機器人應用[1]。雖然過去已開始出現將智慧代理人(Intelligent Agent)應用於教學領域之案例[2]，然而過去之智慧代理人偏向關鍵字形式(Keyword-based)與固定問答模式(Pattern-based)，現今自然語言處理(Natural Language Processing)技術已日趨成熟，透過機器學習可以讓電腦更能理解使用者之想法與意圖[3]。如 Verleger 與 Pembridge 提出的初步分析[4]，Chatbot 可以鼓勵較害羞於一般課程時間參與討論的學生主動提問，而 Chatbot 相較於一般搜尋引擎更能提供「情境關聯回應(Contextually Relevant Responses)」，讓學生可獲得更有效的學習資訊。

延續上述之分析，對話機器人具有以下三個特性與教學場景相關聯：

- 互動性(Communicative)：對話機器人可隨時接收使用者問題，且可與使用者透過持續互動來捕捉使用者之意圖，並能進一步提供可回應使用者問題之答覆。應用於教學場景中，對話機器人可替代部分助教之角色。
- 知識性(Informative)：對話機器人背後可介接領域相關之知識庫或 API，可根據擷取出之使用者意圖挖掘合適之資訊以回覆使用者。應用於教學場景中，課程內教材、延伸教材、作業或實習內容、範例文件或程式碼、FAQ (Frequently Asked Questions)均可作為 Chatbot 知識庫內容。
- 調適性(Adaptive)：對話機器人背後可介接結合資訊檢索、資料探勘、機器學習演算法之軟體模組，以能根據使用者之特徵、偏好或目前狀態回覆合適之對話內容。應用於教學場景中，對話機器人可根據使用者之學習歷程記錄，分析出適合此使用者之延伸教材與練習題，再透過對話方式提供。

上述三個特性我們簡稱為 CIA 三特性，本研究計畫即基於這三個特性研發出新的對話機器人平台，稱之為 TABot，並規劃運用 TABot 建置出可運用於軟體工程課程之對話機器人，以作為輔助教具，希望能有效提升學生學習成效。

2. 文獻探討 Literature Review

Dialogflow [4]為 Google 旗下的對話機器人平台，前身為 APLAI，可便利地設計對話型的使用者介面，以有效協助使用者與技術產品互動。其採用 Google 機器學習技術與自然語言理解技術，可辨識使用者的意圖，使用者不需要提供固定規格之問句，只要語意相同，即便說出之對話內容不同，Dialogflow 仍可以理解。Dialogflow 可擷取時間、日期、數字等預先建立的實體(Entity)，並且可將代理程式整合至自己的應用程式、網站產品、互動語音回應系統和其他服務。Dialogflow 可分析多種不同的輸入，包括文字或音訊輸入(如手機或語音錄音)，同時，開發者也可透過文字或合成語音等方式將回應語句回覆給客戶。在 Dialogflow 中，代理程式(Agent)是自然語言理解(Natural-Language Understanding, NLU)的處理模組，使用者能於代理程式中定義的意圖(Intent)明白使用者的表達內容和預測意圖，意圖中包含訓練語句(Training phrases)、動作及參數(Action and parameters)與回應(Responses)；實體(Entity)則是定義語句中需提取之關鍵字和同義詞，Dialogflow 透過使用者提供的訓練語句和內建的語言模型來學習，並建立機器學習演算法，以決定使用者的話語該與哪一個意圖來匹配，而每當使用者更新意圖或實體，Dialogflow 會立即更新其運用之機器學習演算法。

除了 Dialogflow 之外，Wit.ai [5] 是 Facebook 所擁有的對話機器人開發平台，它具有自然語言處理的能力，並內建機器學習演算法來自我學習，使用者可於平台上定義意圖(Intention)和實體(Entity)來擴展機器人對自然語言理解的能力，並內建提供讓機器人銜接至 Facebook Messenger 平台，但 Wit.ai 較缺乏對話流程之管理功能。IBM Watson Assistant [6] 是由 IBM 所提供的開發對話機器人的線上平台，可透過定義意圖與實體來擴展機器人自然語言理解的能力，也有提供流程形式的對話腳本，但機器人能回應的訊息限於腳本中所定義，無提供取得外部資料之方法。BotBonnie [7] 是由台灣的新創團隊所提供的對話機器人開發平台，它提供使用者以視覺化流程的方式來管理對話腳本，其流程是以名為「模組」的方塊連接而成，使用者可於模組上定義訊息的樣式和觸發動作來連接這些模組，在自然語言理解上是採用基於規則的處理方式。CHATISFY [8] 也是為台灣團隊所開發的對話機器人平台，其對話腳本以 Web 表單的形式來定義，在訊息處理上則採用字串比對的方式。相較之下，Dialogflow 與 Wit.ai 表現較為出色，均提供完善的自然語言理解功能，而 Dialogflow 在對話管理功能上優於 Wit.ai，最後我們選擇 Dialogflow 作為對話機器人之核心引擎，以能順利將對話機器人運用課程教學中。

Neo4j [9] 為 Inc. 開發的圖形資料庫管理系統。具有原始圖形存儲和處理功能，是世界最受歡迎的圖形資料庫。Neo4j 希望能夠簡化資料管理，資料的儲存只需考慮節點和關係，節點(Nodes)表示實體，關係(Relationships)則表示實體之間的關聯，節點和關係都能擁有自己的屬性，不同的實體透過各種不同的關係聯起來，形成複雜的物件圖。Neo4j 可視覺化圖形資料，更能便利瀏覽與管理，同時也提供 Cypher 語言讓使用者以外程式搜尋與存取資料。在本研究中，我們將運用 Neo4j 來存取以圖形方式儲存之課程知識地圖。

Facebook 粉絲專頁[10]是給商家、組織、節目和公眾人物發布訊息或是與粉絲交流一種網頁。能透過按讚或追蹤，以此收到粉絲專頁的最新消息。粉絲專頁的目的是希望能增加粉絲與粉絲團之間的交流，因此粉絲團扮演著重要的角色，他們需要負責整合訊息給粉絲們，提供各種訊息來源或者最新的訊息。任何擁有 Facebook 帳號的人都可以建立粉絲專頁，而在粉絲專頁擁有管理者的用戶，則可以協助管理粉絲專頁。本研究欲開發之 TABot 將以 Facebook 粉絲專頁作為對話機器人之介面，換言之，學生只要透過 Messenger 跟粉絲專頁對話，TABot 即會自動接收與回覆訊息。

Google Classroom [11] 是 Google 為教學領域提供的一項免費服務，能夠簡化作業發佈和評分作業流程，教師與學生之間也能夠共享文件與協同合作。Classroom 能夠結合 Google 文件、雲端硬碟等工具。教師可在此整合化平台上建立課程、發佈作業、給予學生建議，整體性的掌握所有教學活動。此平台工具有完善之功能，但尚未結合對話機器人。本研究之部分支援性功能，如教材與 Quiz，將規劃運用 Google Classroom 達成。

Telang 等學者[12]為對話機器人提出了一個概念框架(Conceptual Framework)，該概念框架由五個相關職責組成：Dialog Manager (管理自然語言對話)；Inference Engine (提取使用者意圖)；Knowledge Base (進行推理和規劃)；Planner (產生執行計畫)；External Services (結合外部功能以能實際執行對話互動)，與現有的 IFTTT (If this, then that) 框架相比，複雜的聊天機器人可以透過較靈活的方式開發。

Chopra 等學者[13]提出了 Percy 對話機器人，將問題分成三種類型：政策(Policy)、作業和概念，並用不同的方法來回答。政策問題會將透過正規表示式(Regular Expression)去配對問題，並預先寫好的答案告訴使用者；作業問題會基於 TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) 與 Cosine 相似度找出 Piazza (一個線上論壇) 上的最相近答案來回覆使用者；概念問題一樣基於 TF-IDF 與 Cosine 相似度從多個學術來源中擷取資訊，並回傳最合適的部分。在政策問題助教對話機器人表現的最好，其次是作業問題，

最後才是概念問題。Percy 最初的目的是解決 Piazza 重複性問題，在這點對話機器人表現得很好，但是面對概念性問題目前仍有待改善。

Anghelescu 與 Nicolaesc [14]設計了一個運用人工智慧演算法、能夠模仿人類自然對話、與人互動、並且能自我學習的對話機器人系統。使用者與對話機器人之間的關係是詢問和回答，不同類別的問題會有不同處理答案的方式。若是一般性問題，對話機器人可以透過 Google 或 Wikipedia 中搜尋最佳答案，或是經由呼叫 Open Weather Map 的 API 來抓取世界各地的天氣。若問題是個人問題，此方法期待 Chatbot 應能像真人一樣來回答，因此，此方法創建一個可讓系統管理者更改答案甚至問題之功能，以讓機器學習之效果能夠越來越好。

Molnár 與 Zoltán [15]認為教學是對話機器人應用的一個非常重要的領域，學生可以線上學習課程和收到重要資訊。對話機器人可以區分為兩種類型，樹狀結構(Tree Structure)和生成模組(Generative Model)。搜尋模組可基於各種資料庫，並透過簡單配對給出答案，或創建樹狀結構的決策樹，將用戶引向預定的對話；生成模組則不依賴預先確定好的答案，他們使用機器翻譯技術，從輸入中產生輸出。但是對話機器人最開始時錯誤率是非常高的，但當使用者、對話次數、點擊數量越多或是對話時間長，效果就會越來越好。

Ismail 與 Ade-Ibijola 則提出了 Lecturer-Chatbot [16]，其能夠判別錯字並學習新的同義字，並根據當前問題最適當的回答用戶；並且對學生進行了有用的調查。Lecturer-Chatbot 能與使用者進行對話，使用者也可向機器人開玩笑；也提供學術問題的建議，詢問使用者各種問題，提供案例及解決方案、或是 YouTube 的線上課程。

Chen 等學者[17]提出一個新建置的 Chatbot 作為中文辭彙學習工具，並對 58 名學生進行前測和後測，用於衡量此 Chatbot 的效果，實驗結果顯示，Chatbot 顯著提高了學生的學習成績，同時，受測學生認為 Chatbot 一對一的教學模式，可能更優於課堂上授課所獲得的學習成效。

3. 研究問題 Research Question

我們訂立了以下四個主要的研究問題(Research Questions)：

- RQ1. 對話機器人之互動性有助於提升學習主動性。
- RQ2. 對話機器人之知識性有助於降低學習進入門檻。
- RQ3. 對話機器人之調適性有助於改善學習弱項。
- RQ4. 對話機器人整體而言對於學習具有正面助益。

4. 研究設計與方法 Research Methodology

4-1. 需求分析

本研究期望能夠讓學生藉由詢問 TABot 直接獲得重要資訊，如教學素材、練習題、參考資源、課堂成績等，並可提供量身訂製之教學素材與考題，以提升學習主動性、降低學習門檻、改善學習弱項，最後提升整體之學習成效。根據本研究之目標，設計一個可以輔助學習的聊天機器人，我們針對軟體工程課程列出了以下功能需求，其詳細描述如表 1。

表 1. TABot 系統功能需求

分類	功能需求	功能描述
個人功能	詢問常見問題	使用者直接描述問題，TABot 可分析使用者意圖，並回覆對應的解答。
	查詢課程投影片	使用者可輸入 Slash Command，以查詢該課程內的所有講義。
	查詢個人成績	使用者輸入 Slash Command，以查詢該課程的所有成績。
	練習個人化考題	使用者輸入 Slash Command，TABot 會根據使用者小考的表現，訂製出為使用者量身訂製的考題。
	匿名發問	使用者輸入 Slash Command 並描述問題，即可以匿名的模式發問。
團隊功能	查詢專案需求文件	使用者輸入 Slash Command，TABot 將回覆該使用者該課程專案的需求文件。
	設定專案 Repository	使用者輸入 Slash Command，以設定小組專案的 GitHub URL，一個組別可以設定多個 Repository，設定完成以後才能使用後面兩個功能。
	版本描述搜尋	使用者輸入 Slash Command 和關鍵字，以查詢歷史 Commit Message，可選參數包含要搜尋的 Repository、要搜尋的 Branch、要回傳的結果筆數。
	團隊成員貢獻分析	使用者輸入 Slash Command，即可查看所有人對主分支的貢獻程度。

4-2. 架構設計

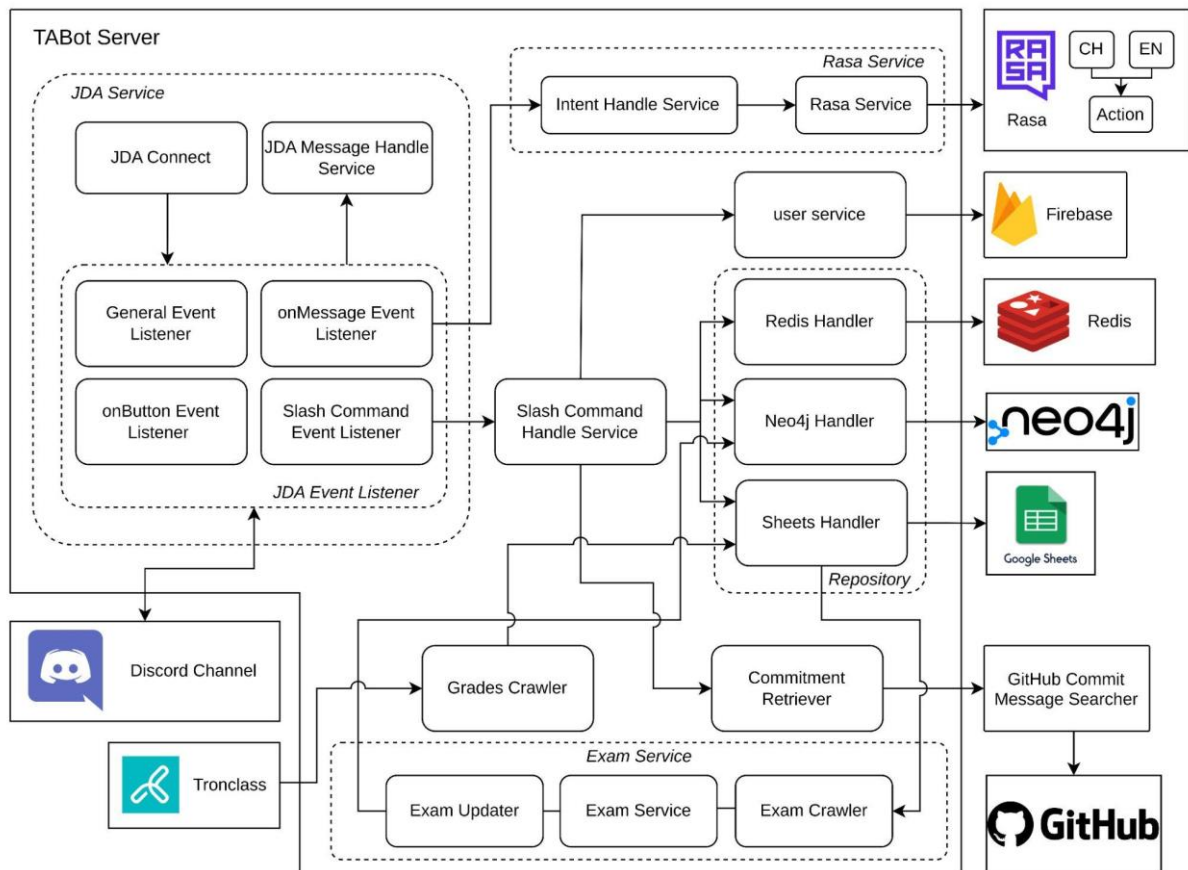


圖 1. TABot 系統架構

TABot 之系統架構如圖 1 所示。分為 JDA Service、RASAService、Slash Command Handle Service、User Service、Commitment Retriever、Grades Crawler、Exam Service、Repository 等多個模組。JDA Service 全名為 Java Discord API Service，負責接收來自 discord 的所有事件。RASAService 負責專門處理來自使用者的自然語言問句，包含回傳對應投影片連結以及文字形式的回覆。Slash Command Handle Service 負責處理來自 JDA Service 的 Slash Command，包含練習個人化考題、匿名發問、版本描述搜尋等。User Service 負責處理使用者的相關資訊，並將其紀錄至 Firebase。Commitment Retriever 負責版本描述搜尋功能，串接本團隊開發的 GitHub Commit Message Searcher API，用來檢索使用者開發團隊提交的 GIT 紀錄。Grades Crawler 負責從 TronClass (海大提供的學習管理平台) 抓取學生的各式成績，而 Exam Service 則是負責抓取答題紀錄。Repository 負責存取資料庫，資料庫包含 Redis、Neo4j、Google Sheets，而為了讓教師及助教更方便，只要操作 Google Sheets 的介面便能修改教材資料。

4-3. FAQ (常見問題)：方法設計

為了減少教學者重複回答相同問題的頻率，本研究開發了詢問常見問題(FAQ)之功能，使教學者只需回答一次，讓有相同疑問的學生皆可以獲得解答。當使用者發問時，不只是文字形式的回覆，我們也提供投影片的形式，讓使用者可以參考該問題的更多相關知識。

文字的回覆機制如下，教師可以先在 Google Sheets 提供固定的問與答，接著我們

會透過 Google App Script 將資料自動轉成 RASA 訓練語句。投影片的回覆機制如下，首先，教師在 Google Slide 上提供投影片，其中標題都必須以「-」開頭，接著因為投影片中會有外部連結，所以我們將投影片存在 Neo4j，其結構分為 Chapter 和 Section 兩層。再來在 Google Sheets 上註記屬於該 Section 的中英關鍵字(圖 2)，並透過 Google App Script 來將關鍵字自動轉換成多句的 RASA 訓練語句。

而當模型皆訓練完成後，使用者便可開始發問，當問句觸發了對應的意圖時，我們會直接回覆對應的文字，或者使用 custom action 來抓取使用者的 entity，再透過 entity 回推使用者欲查詢之內容屬於哪個 section，最後將對應的投影片回傳給使用者。

4-4. 個人化考題：方法設計

為了讓學生確認是否真正理解所學內容，本研究開發了個人化考題之功能，學生只要透過 Slash Command 輸入 /personal_quiz，即可獲得個人化測驗題目。

首先，我們會先抓取 student id，接著去 neo4j 抓取該位學生的答題紀錄，同時去 Google Sheets 抓取題庫資料(如圖 2)，取得學生「小考錯過或缺考的題目」以及「小考正確的題目」，最後按照 8:2 的機率隨機生成此次的測驗題目，而答案選項也會隨機排序，在學生選擇完答案後，TABot 也會立即回覆是否回答正確，若錯誤則提供正確解答，結果如圖 3 所示。

num	question	optA	optB	optC	optD	ans	publishable	corresponding exam
1	請問底下何者不是常用的需求擷取方法？ A: 與客戶面談 B: 腦力激盪 C: 建立看板(kanban) D: 使用案例分析(use case analysis)	與客戶面談	腦力激盪	建立看板(kanban)	使用案例分析(use case analysis)	C	v	*
2	假如你現在正要開發一個可提供課程相關資訊之行動App系統，請問底下哪些是可能的功能需求(functional requirement)？ A: 課程資訊App系統之新消息功能應於5秒內顯示全部消息。 B: 課程資訊App系統在UI (user interface)設計上應套用Material Design。 C: 課程資訊App系統應提供課程講義功能，使用者在課程表上點選某一課程後，畫面即會顯示該課程之講義列表。 D: 課程資訊App系統應由電腦中心研發人員進行開發與維護。	課程資訊App系統之新消息功能應於5秒內顯示全部消息。	課程資訊App系統在UI (user interface)設計上應套用Material Design。	課程資訊App系統應提供課程講義功能，使用者在課程表上點選某一課程後，畫面即會顯示該課程之講義列表。	課程資訊App系統應由電腦中心研發人員進行開發與維護。	C	v	*
3	底下是一個課程資訊App系統的部分使用案例圖(use case diagram)，包含5個：「老師」是一種「使用者」 A: 「觀看課表」使用案例在特定的擴充點(extension point)步驟時，會進入到「匯出課表」使用案例包含「觀看課表」使用案例。 B: 「匯出課表」使用案例包含「觀看課表」使用案例。 C: 「觀看課表」使用案例包含「匯入」使用案例。 D: 「觀看課表」使用案例包含「匯入」使用案例。	「老師」是一種「使用者」	「匯出課表」使用案例在特定的擴充點(extension point)步驟時，會進入到「匯出課表」使用案例包含「觀看課表」使用案例。	「觀看課表」使用案例包含「觀看課表」使用案例。	「觀看課表」使用案例包含「匯入」使用案例。	C	v	*
4	進行需求分析(requirement analysis)時通常會遵循3C準則：正確(correct)、完整(complete)、無衝突(conflict-free)，請問對於3C準則的解釋何者不合適？ A: 正確性準則主要檢查所提的需求是否可行，以及是否滿足客戶與使用者期望。 B: 完整性準則主要檢查需求敘述是否符合IEEE標準規格的章節。 C: 無衝突性準則主要考慮需求之間是否有相互矛盾、衝突之處。 D: 完整性準則也要檢查需求端所提出的需求是否完整、是否沒有遺漏。	正確性準則主要檢查所提的需求是否可行，以及是否滿足客戶與使用者期望。	完整性準則主要檢查需求敘述是否符合IEEE標準規格的章節。	無衝突性準則主要考慮需求之間是否有相互矛盾、衝突之處。	完整性準則也要檢查需求端所提出的需求是否完整、是否沒有遺漏。	B	v	*

圖 2. 以 Google 試算表紀錄題庫



圖 3. 個人化考題範例

4-5. GitHub 版本搜尋：方法設計

在多人協作的專案中，時常需要尋找特定的版本以檢視過去誰做了什麼事、除錯等等，因此本研究根據 Commit Message 提供所有 GitHub Repository 版本描述搜尋的功能。只需先在 TABot 設定好 Repository，接著便可透過 Slash Command 進行搜尋，其中參數包含欲查詢之關鍵字、Repository_name (optional)、Branch_name (optional) 等，搜尋結果提供之連結將可直接連結至對應的 GitHub 頁面，如圖 4 及圖 5 所示。

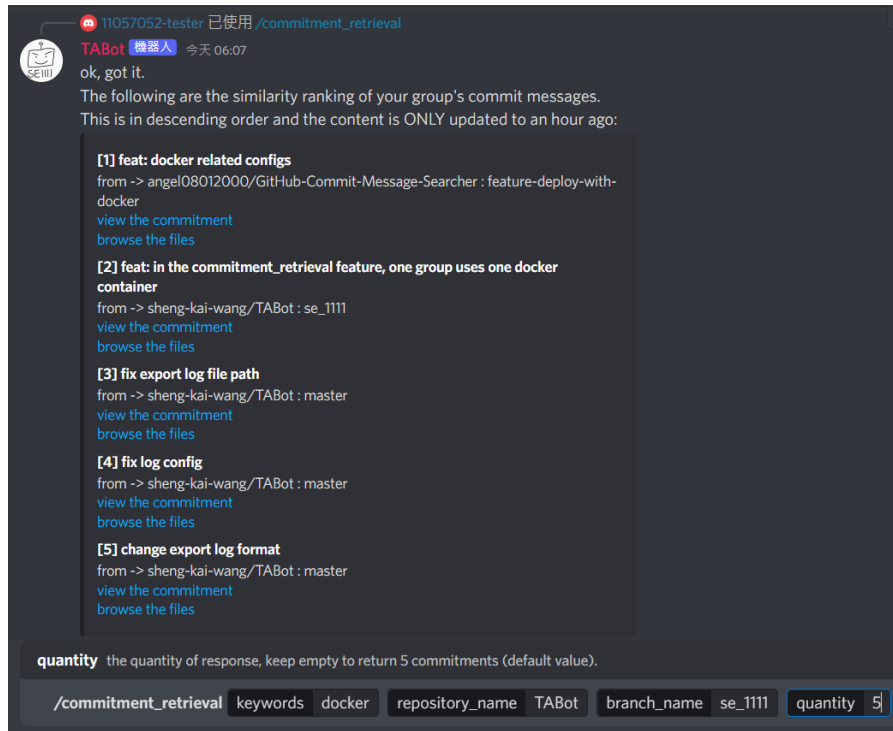


圖 4. GitHub commitment 查詢

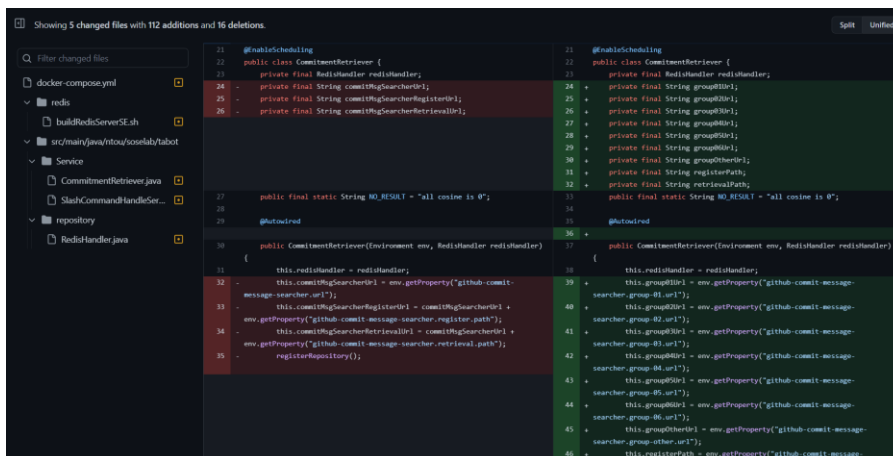


圖 5. 對應之 GitHub commitment

該功能使用 TF-IWF 作為核心演算法，TF 為 Term Frequency，IWF 為 Inverse Word Frequency，如公式(1)、(2)、(3)所示。TF-IWF 為 TF-IDF 的變化，其目的為在同性質的文章中依然能加權具有代表性的 Term。

首先，我們使用 GitHub API 抓取該 Project 的所有 Repository 的所有 Branch，再

使用爬蟲抓取所有 Branch 的所有 Commit Message，並進行中英文斷詞、詞性還原、去除停用詞，最後建立索引，每次以一個 Branch 為單位，紀錄所有 Commit Message、每個 Term 的 TF 分數，由於一個 Project 可能有多個 Repository，因此也會記錄 Project 與 Repository 的關係以及所有的 Term，資料格式如圖 10 所示。本研究將使用者的查詢句視為一個 Document 加入整個文本(Corpus)一起計算。最後，我們將每個 Commit Message 以詞向量來表示，再計算查詢句與每個 Commit Message 的餘弦相似度(Cosine Similarity)，由高到低排序回傳給使用者，同時利用 Commit id 組合成網址，讓使用者可以直接到 GitHub 查看該次紀錄。

$$tfidf = tf * idf \quad (1)$$

$$tf = \frac{\text{the number of term}_i \text{ in document}_j}{\text{the number of term in document}_j} \quad (2)$$

$$idf = \log_{10} \frac{\text{the number of term in all corpus}}{\text{the number of term}_i \text{ in all corpus}} \quad (3)$$

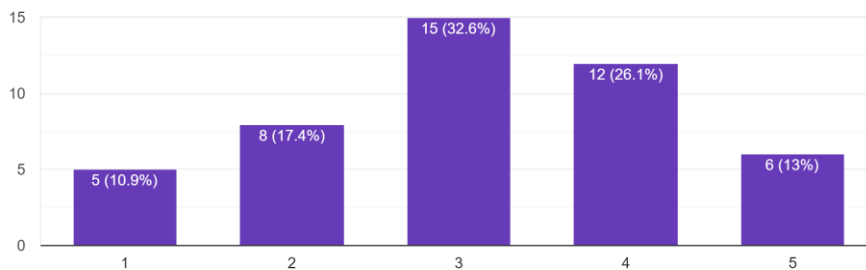
5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

(1) 教學過程與成果

我們分別於 2022 年春季的 Java 程式設計課程與 2022 年秋季的軟體工程課程導入 TABot 教學輔助工具，Java 程式設計課程為大班上課，整體修課人數為 73 人，我們採用普發問卷的方式(回收 46 份)進行教學輔助成果調查，而軟體工程課程修課人數為 34 人，我們採用深入訪談形式，招募願意提供詳盡回饋建議的十位學生來填寫問卷與接受訪談。底下我們就條列兩次課程進行之問卷調查結果：

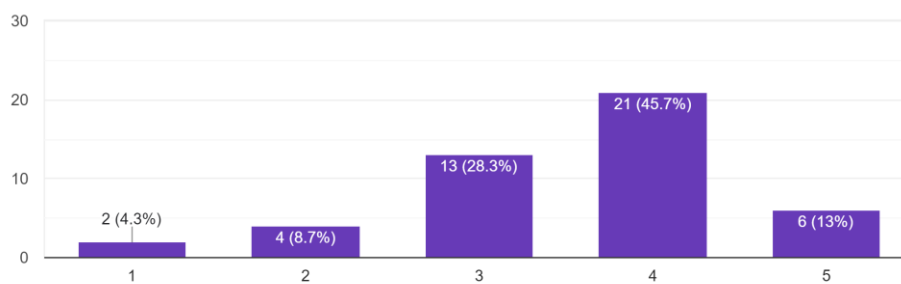
1. 2022 年春季的 Java 程式設計課程：

TABot 之互動對話模式會提升我主動發問之意願?
46 則回應



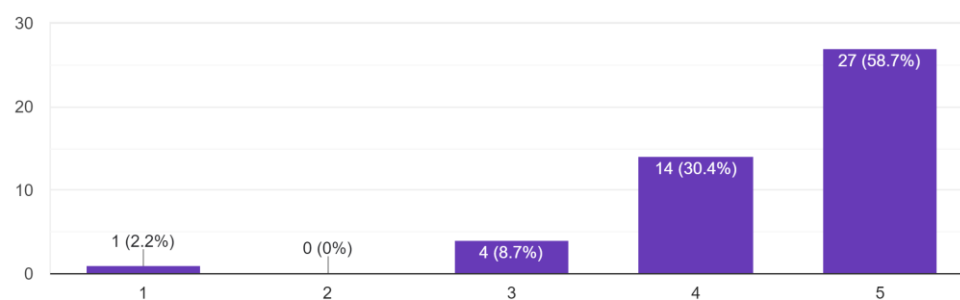
TABot 所提供之課程知識與教材資訊對於課程學習有幫助?

46 則回應



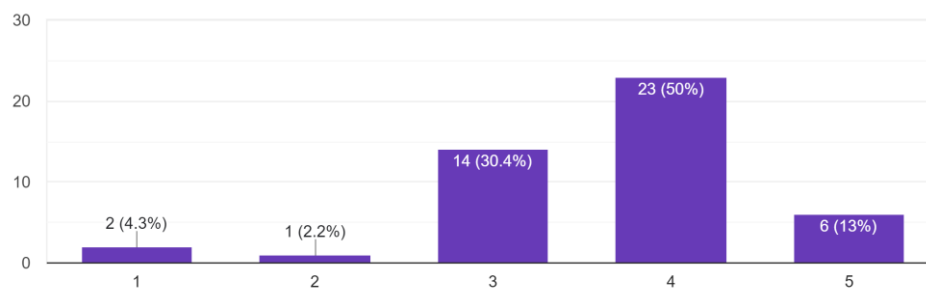
是否需要 TABot 提供之「真人 TA 答覆」功能?

46 則回應



整體而言, 我認為 TABot 對於學習有幫助?

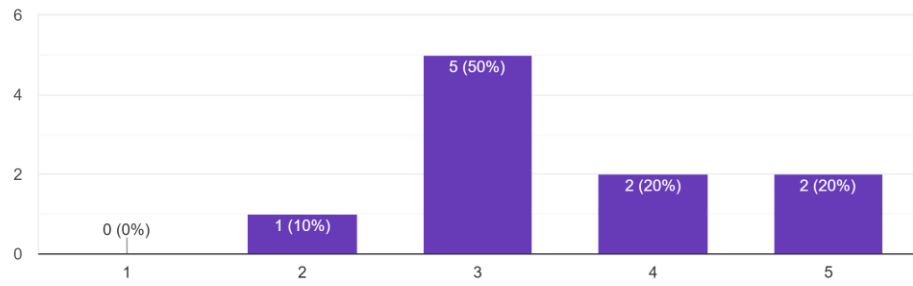
46 則回應



2. 2022 年秋季的軟體工程課程

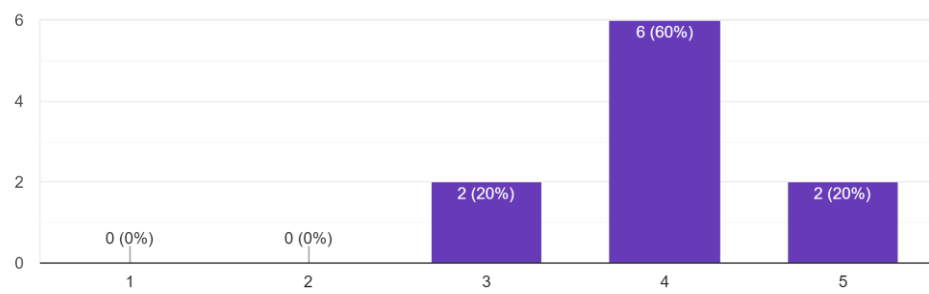
TABot 之互動對話模式會提升我主動發問之意願？

10 則回應



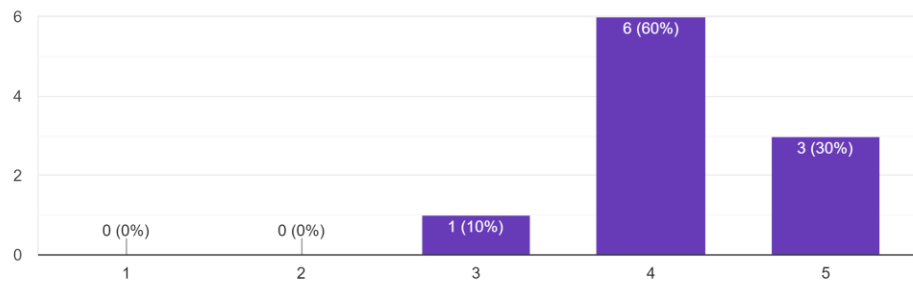
TABot 所提供之課程知識與教材資訊對於課程學習有幫助？

10 則回應



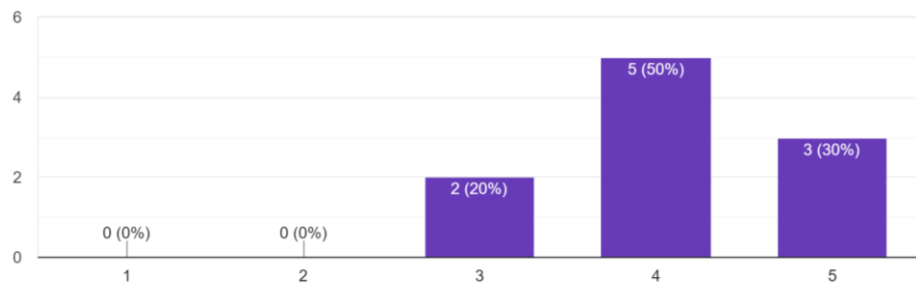
TABot 所提供之「匿名發問」功能是適當且正確的？

10 則回應



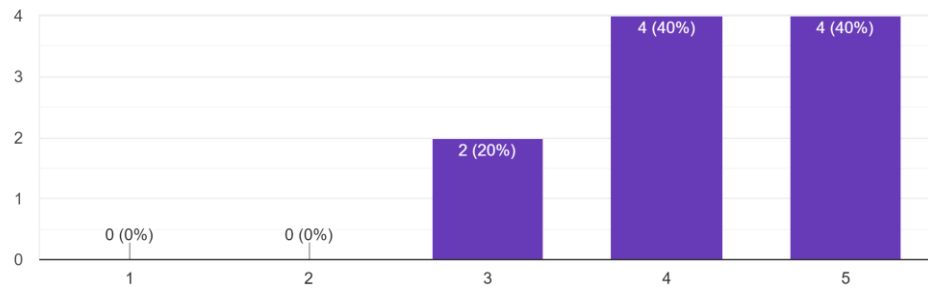
TABot 所提供之「練習個人化考題」功能是適當且正確的？

10 則回應



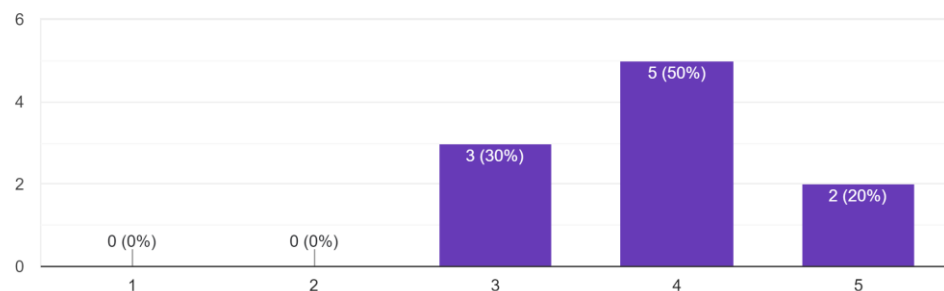
是否需要 TABot 提供之「詢問真人 TA」功能?

10 則回應



整體而言，是否認為 TABot 對於學習有幫助?

10 則回應



(2) 教師教學反思

為能於 Java 程式設計以及軟體工程兩門課程中導入 TABot 工具，本研究團隊投入了相當多的資源與時間進行系統設計與開發、課程資料建置與訓練、學生社群建立、教育訓練等多項工作，實施過程的反思大致分為三點：

- 課程與輔助工具導入時間的分配：由於上學期開始本校改採 16 週授課(期末考後兩周為彈性課程)，在有限的課程時間中，原本規劃之授課、軟體工程工具演練、需求 Review、設計 Review、實作與測試 Review 等活動已需花費相當的時間，而作為教學輔助性質的 TABot 平台反而因為沒有充裕時間多次引導與推廣，使得部分學生對於平台較陌生，這是實施上的第一個難題，日後在推行時仍須思考更好的策略。
- 系統部署與實施效率：TABot 之系統設計、建置原本即花費相當多的人力與時間，而將 TABot 套用於每一堂課所需建置的資料量也不少，亦須花費相當的成本。目前我們已簡化 TABot 套用至每個課程的所需程序，日後亦希望自動化訓練例句生成、字彙翻譯等工作，讓 TABot 之部署與實施能快速便利。
- 對話形式與回應正確性：對話機器人跟真人助教相比，親和力與回答正確性仍有差異，因此學生容易在獲得數次錯誤答案就暫緩使用 TABot，但經觀察，Slash Command 形式的查詢與管理類對話指令學生的接受度反而是高的，日後我們及規劃優化與擴增 Slash Command，而自然對話部分規劃將結合 OpenAI [18]以更提升 TABot 之正確度與容錯能力。

(3) 學生學習回饋

學生提出了下列可改善建議，將作為日後 TABot 改版與實施時之參考：

- FAQ 可以同時兼具文字回覆與投影片參考兩種功能。
- 即便是匿名的，也不希望大家可以看到問題與回覆。
- 可提供匿名討論區功能。
- 搜尋「需求/設計/測試文件」等範例。
- 輸入關鍵字，只給該關鍵字相關的「那頁」投影片。
- 會想知道每堂課的課程大綱（像是預告下週會上什麼）。
- TronClass 的公告也可以放在 TABot 上面（開著電腦可能不會開手機，可能會沒收到通知）。
- 訪客登入功能。
- 可以有一次的作業讓大家熟悉 Discord、TABot。
- 文字聊天介面操作起來有點麻煩，用 GUI（按鈕點選）可能會好一些。
- 希望 Commit Message 不用點進去連結，就可以知道是誰 commit、時間等等。
- 希望 Commit Message 可以每 30 min 更新一次。
- 查詢個人成績，可以強調不及格的分數。
- 可改用 Line 作為聊天介面。
- 可在私訊 TABot 的時候跳出文件，告訴我們有哪些功能&該如何使用強制看完該群組的規章，才能使用功能。

6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

根據教學過程與學生反饋結果，我們依循之前設定的研究問題進行分析：

1. Chatbot 互動性是否有助於提升學習主動性？

此部分結果學生們的反饋並未如預期的好，主因是目前的 TABot 仍無法順暢地回應學生各式各樣的問題，但以結合真人助教的功能部分(若 Chatbot 無法回應時由真人助教接手)，學生則有不錯的評價，因此，我們日後亦規劃融合 OpenAI，希望在結合 OpenAI 與專人助教的搭配之下，能更有效提升學生的學習主動性。

2. Chatbot 知識性是否有助於降低學習進入門檻？

此部分學生大致反映良好，學生可透過機器人透過關鍵字取得合適的課程教材，亦能詢問 FAQ，對於知識取得有幫助。然而，目前 Chatbot 能融合的教學素材仍有限，仍需改善。此部分亦規劃日後可再結合 OpenAI，讓學生除了可詢問課堂內的問題外，更可詢問到課外知識。

3. Chatbot 調適性是否有助於改善學習弱項？

我們透過實際抓取學生的測驗結果進行個人化考題之生成(此功能於 2022 秋季軟體工程課程開始正式實施)，學生對於此項功能給予相當正面的評價，日後我們會繼續優化此項功能的滿意度，並擴增讓學生自行設定補強主題之功能。

二. 參考文獻 References

1. Brandtzaeg, P.B. and A. Følstad. *Why People Use Chatbots*. in *Internet Science*. 2017. Cham: Springer International Publishing.

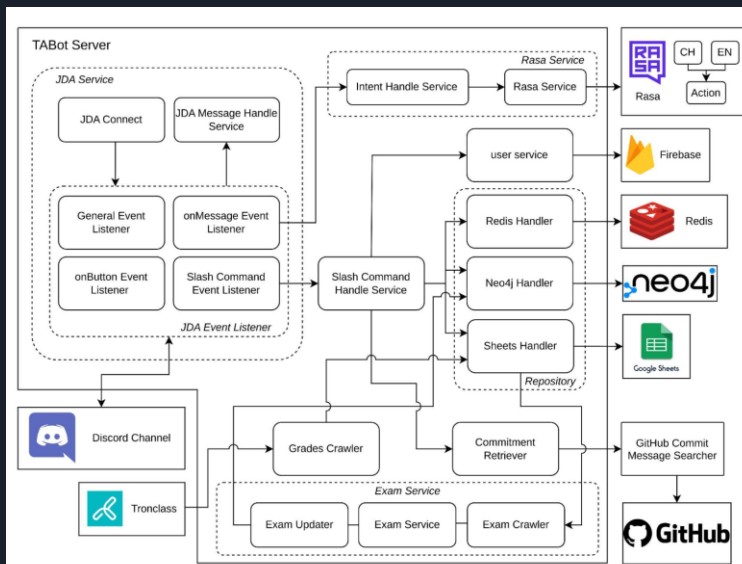
2. Schroeder, N.L. and O.O. Adesope, *A case for the use of pedagogical agents in online learning environments*. Journal of Teaching and Learning with Technology, 2012: p. 43-47.
3. Gonda, D.E., et al. *Evaluation of Developing Educational Chatbots Based on the Seven Principles for Good Teaching*. in *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*. 2018.
4. Google. *Dialogflow*. Available from: <https://dialogflow.com/>.
5. *Wit.ai*. 2019, Wit.ai, Inc.: Palo Alto, California.
6. *IBM Watson Assistant*. Jun. 11, 2019, IBM.
7. *BotBonnie*. 2019, BotBonnie, Inc.
8. *CHATISFY*. 2019, CHATISFY.
9. neo4j. *neo4j*. Available from: <https://neo4j.com/>.
10. Facebook. *Facebook*. Available from: <https://www.facebook.com/>.
11. Google. *Google Classroom*. Available from: <https://classroom.google.com/>.
12. Telang, P.R., et al., *A Conceptual Framework for Engineering Chatbots*. IEEE Internet Computing, 2018. **22**(6): p. 54-59.
13. Chopra, S., R. Gianforte, and J. Sholar, *Meet Percy: The CS 221 Teaching Assistant Chatbot*. ACM Transactions on Graphics, 2016. **1**.
14. Anghelescu, P. and S.V. Nicolaescu, *Chatbot Application using Search Engines and Teaching Methods*. Electronics, Computers and Artificial Intelligence, 2018.
15. Molnár, G. and S. Zoltán, *The Role of Chatbots in Formal Education*. IEEE 16th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, 2018.
16. Ismail, M. and A. Ade-Ibijola, *Lecturer-Chatbot: An AI for Advising Struggling Students in Introductory Programming*. South African Computer Lecturers Association, 2019.
17. Chen, H.-L., G. Vicki Widarso, and H. Sutrisno, *A ChatBot for Learning Chinese: Learning Achievement and Technology Acceptance*. Journal of Educational Computing Research, 2020: p. 0735633120929622.
18. Finnie-Ansley, J., et al. *The robots are coming: Exploring the implications of openai codex on introductory programming*. in *Australasian Computing Education Conference*. 2022.

三. 附件 Appendix

附件為 TABot 功能介紹投影片，為第一次進行 TABot 工具介紹時使用，同時，在實施 TABot 輔助教學時，亦提供此文件讓學生可作為參考。

TABot 功能介紹

TABot 架構圖 (SE-1111)





Discord server (SE-1111)

加入連結:

<https://discord.gg/X7A6NdTS2J>



註冊

透過更改伺服器暱稱，接受註冊信，註冊應用程式

<your student id>-<your name>

e.g. 00000000-Bat Man

學號必須是8個字的英數字

註冊



伺服器個人資料

J1 Java 1101

暱稱

11057052-王聖凱

需要更多？使用 Nitro 獲得完整的伺服器個人資料自訂

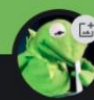
解鎖 Nitro

頭像

更改頭像

個人資料編輯

在此伺服器預覽



11057052-王聖凱

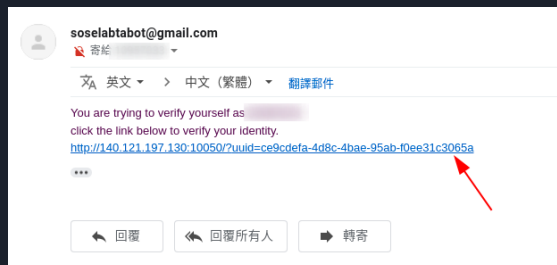
kermit#2351

自訂我的個人資料



伺服器個人資料
經過時間 02:04

註冊



Click me to verify your data

使用方式 (詢問機器人)

1. 在伺服器內直接傳訊息給 TABot (需要 @TABot)
2. 直接私訊 TABot



使用方式 (詢問真人助教)

1. 在伺服器內直接傳訊息並 @TA 身份組
2. 直接私訊助教





目前功能

個人功能：

- 詢問常見問題 FAQ
- 查詢課程投影片
- 查詢個人成績
- 練習個人化考題
- 匿名發問

團隊功能 (不能私訊 TABot)：

- 查詢專案需求文件
- 設定專案 repository
- keep 筆記 (key-value pair)
- 團隊成員貢獻分析 (main branch only)
- commit message 搜尋



目前功能

個人功能：

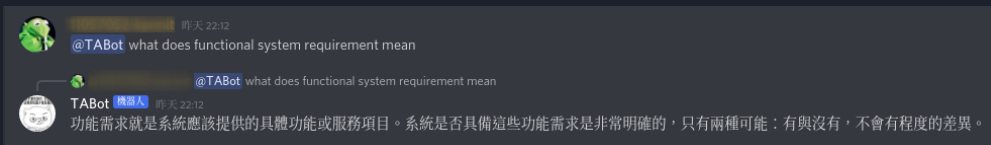
- 詢問常見問題 FAQ
- 查詢課程投影片
- 查詢個人成績
- 練習個人化考題
- 匿名發問

團隊功能 (不能私訊 TABot)：

- 查詢專案需求文件
- 設定專案 repository
- keep 筆記 (key-value pair)
- 團隊成員貢獻分析 (main branch only)
- commit message 搜尋

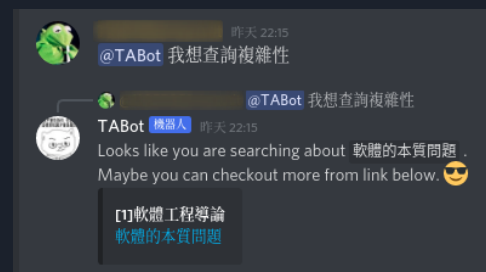
詢問常見問題 FAQ (直接解答)

- 軟體開發的步驟
- 功能需求的定義？
- 需求分析的準則？
- Definition of functional requirement
- How to draw a wireframe
- What is Kanban



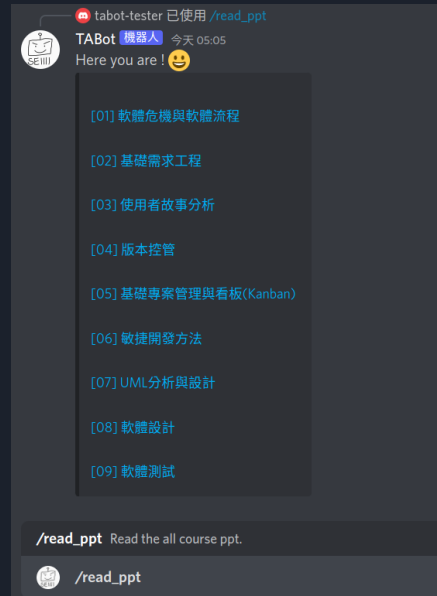
詢問常見問題 FAQ (回傳投影片連結)

- 什麼是物件導向
- 什麼是系統應該具備的特性
- 一致性是什麼
- I want to search SCRUM
- what is Reliability
- i want to search about Base use case



查詢課程投影片

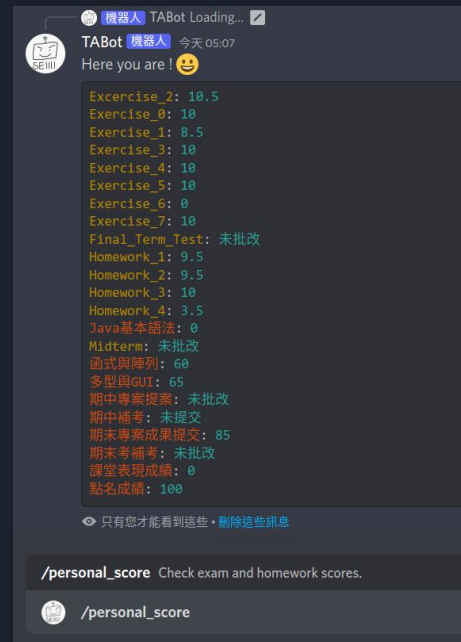
輸入斜線命令 -> /read_ppt



查詢個人成績

輸入斜線命令 -> /personal_score

只有自己能看到訊息



練習個人化考題

輸入斜線命令 -> /personal_quiz

依照平時小考表現，
調整每個同學的考題。

只有自己能看到訊息

tabot-tester 已使用 /personal_quiz

TABot (機器人) 今天 05:22
Set a question...

只有您才能看到這些 • 刪除這些訊息

機器人 TABot Set a question... [已讀]

TABot (機器人) 今天 05:22
進行需求分析(requirement analysis)時通常會遵循3C準則：正確(correct)、完整(correctness)、無衝突性。請問下列哪一項不是3C準則？

A: 正確性準則主要檢查所提的需求是否可行，以及是否滿足客戶與使用者期望。
B: 完整性準則主要檢查需求敘述是否符合IEEE標準規格的章節。
C: 無衝突性準則主要考慮需求之間是否有相互矛盾、衝突之處。
D: 完整性準則也要檢查需求端所提出的需求是否完整、是否沒有遺漏。

C B D A

只有您才能看到這些 • 刪除這些訊息

/personal_quiz This quiz will be adjusted according to the answering status of the usual exams.

/personal_quiz |

匿名發問

輸入斜線命令 -> /send_anonymous_question "<<your question>>"

只有自己能看到訊息

tabot-tester 已使用 /send_anonymous_question

TABot (機器人) 今天 05:26
ok, got it.
Your question is 老師，什麼是人月神話？

Click the link below to view anonymous-question

只有您才能看到這些 • 刪除這些訊息

question anonymous question

/send_anonymous_question question 老師，什麼是人月神話？

#

歡迎來到 #anonymous-questions !

這就是 #anonymous-questions 頻道的起點。

2022年9月29日

TABot (機器人) 今天 05:26
Question: 老師，什麼是人月神話？

您沒有權限在此頻道發送訊息。

目前功能

個人功能：

- 詢問常見問題 FAQ
- 查詢課程投影片
- 查詢個人成績
- 練習個人化考題
- 匿名發問

團隊功能 (不能私訊 TABot)：

- 查詢專案需求文件
- 設定專案 repository
- keep 筆記 (key-value pair)
- 團隊成員貢獻分析 (main branch only)
- commit message 搜尋

查詢專案需求文件

輸入斜線命令 ->
/read_user_requirements

同學在課堂上選定題目之後，
需要稍待一段時間等系統更新

```

00857015-tester 已使用 /read_user_requirements
TABot 機器人 今天 05:34
here are the user requirements of your group. ( GROUP 2 )

# C: 海大機車共乘系統

>> 海大機車共乘系統是專屬於海大的共乘系統，可讓有機車的使用者擔任車主提供服務，讓有需求的使用者請求載送服務。

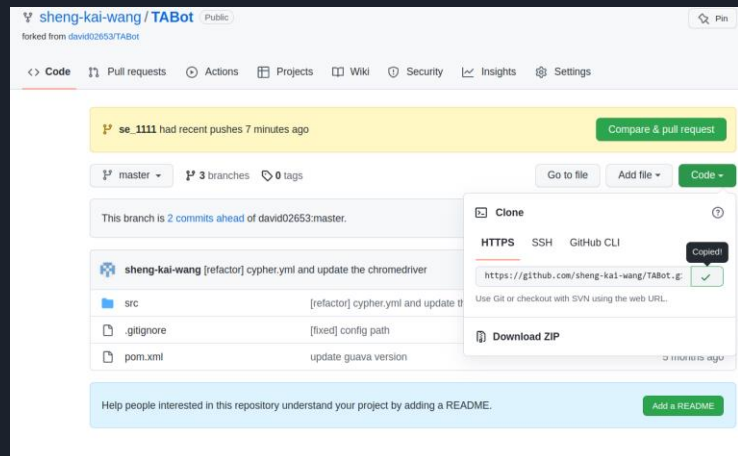
## 基本需求：
- 系統使用者分為機車車主和乘客兩種。
- 車主和乘客均可註冊帳號密碼，並選擇身分。
- 車主和乘客可以註冊好之帳號密碼登入系統。
- 車主可發佈個人資訊，包含車主姓名、聯絡方式、機車照片與其他說明等。
- 車主可設定與瀏覽其共乘邀請資訊，包含機車可搭乘時間、搭乘地點(多個)、可接受目的地(多個)、與其他說明等。
- 乘客可輸入欲搭乘地點、目的地，亦可輸入偏好之車主姓名，系統將條列出符合條件之車主資訊。
- 乘客可對特定車主發出搭乘請求，資訊包含預定乘客姓名、聯絡方式、搭乘時間、預定搭乘地點、預定目的地。
- 車主可接受特定乘客之搭乘請求。
- 車主可拒絕乘客之搭乘請求，並可說明原因。發送搭乘請求之乘客將可看到拒絕原因。
- 乘客可隨時瀏覽其設定之搭乘請求資訊，以及其請求之狀態，包含被接受或被拒絕與原因。

## 進階需求：
- 即時通知功能。
- 以地圖介面呈現路線。
- 車主設定之可搭乘時間或乘客設定之預定搭乘時間可分為單次或週期性兩種。週期性設定為每週哪幾天的哪些時段可載乘客。
- 若車主在同時段接收兩個以上的搭乘請求，系統將顯示警示訊息，並詢問是否繼續執行。
- 若乘客在同時段發送兩個以上的搭乘請求，系統將顯示警示訊息，並詢問是否繼續執行。
- 支援RWD (Responsive Web Design)。

/read_user_requirements Check out the user requirements of our group.
/read_user_requirements
  
```

設定專案 repository

必須是 HTTPS url



設定專案 repository

輸入斜線命令 -> `/set_github_repository "<<https://github.com/...>>"`

會幫你自動更新到 Keep 筆記裡面，一組可以設定多個 repository

設定完成才能使用「團隊成員貢獻分析」與「commit message 搜尋」功能



keep 筆記

輸入斜線命令 -> `/create_keep "<<keys>>" "<<value>>"`

key 可以有很多個，用半形逗號隔開，read 的時候輸入任何一個 key 都可以得到 value



00857015-tester 已使用 `/create_keep`

TABot 機器人 今天 06:08

ok, got it.
you created a content:

```
trello網址,trello_url: https://trello.com/...
```

keys the keys of content, you can use multiple keys seperated by commas like (alias_1,alias_2,...)

`/create_keep` keys trello網址, trello url value https://trello.com/...

keep 筆記

輸入斜線命令 -> `/read_keep "<<keys>>"`

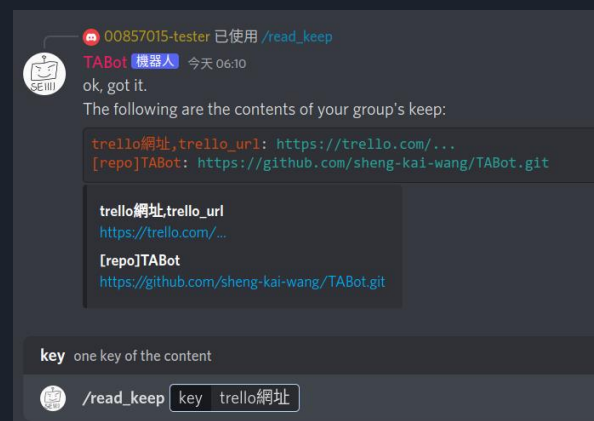
key 可以留空，會回傳所有 Keep

read 的時候輸入任何一個 key，

都可以得到 value

value 如果是 url，

會變成連結可以直接點選



00857015-tester 已使用 `/read_keep`

TABot 機器人 今天 06:10

ok, got it.
The following are the contents of your group's keep:

```
trello網址,trello_url: https://trello.com/...
[repo]TABot: https://github.com/sheng-kai-wang/TABot.git
```

trello網址,trello_url
https://trello.com/...

[repo]TABot
https://github.com/sheng-kai-wang/TABot.git

key one key of the content

`/read_keep` key trello網址

keep 筆記

輸入斜線命令 -> `/create_aliases_of_key "<<key>>" "<<key_aliases>>"`

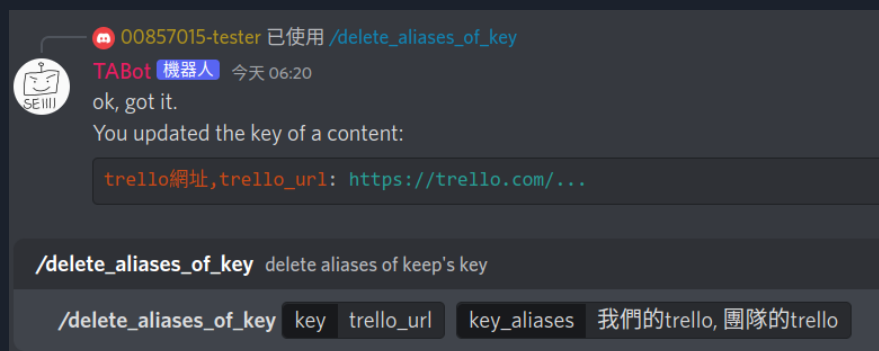
key_aliases 也可以有很多個，用半形逗號隔開



keep 筆記

輸入斜線命令 -> `/delete_aliases_of_key "<<key>>" "<<key_aliases>>"`

key_aliases 也可以有很多個，用半形逗號隔開



keep 筆記

輸入斜線命令 -> `/update_keep "<<key>>" "<<value>>"`

00857015-tester 已使用 `/update_keep`

TABot 機器人 今天 06:21

ok, got it.
you update a content:

```
trello網址,trello_url: https://trello.com/...
↓
trello網址,trello_url: https://trello.com/123/....
```

`/update_keep` Update content in group keep note, all group members can see the content.

`/update_keep` key trello網址 value https://trello.com/123/.... |

keep 筆記

輸入斜線命令 -> `/delete_keep "<<key>>"`

00857015-tester 已使用 `/delete_keep`

TABot 機器人 今天 06:50

ok, got it.
you deleted a content:

```
trello網址,trello_url: https://trello.com/123/....
```

`/delete_keep` Delete content from group keep note, all group members can see the content.

`/delete_keep` key trello網址 |

團隊成員貢獻分析 (main branch only)

輸入斜線命令 -> /contribution_analysis

00857015-tester 已使用 /contribution_analysis

TABot 機器人 今天 06:53

ok, got it.

These are your group's contribution analysis for MAIN branch ! 😊

海大機車共乘系統
TABot

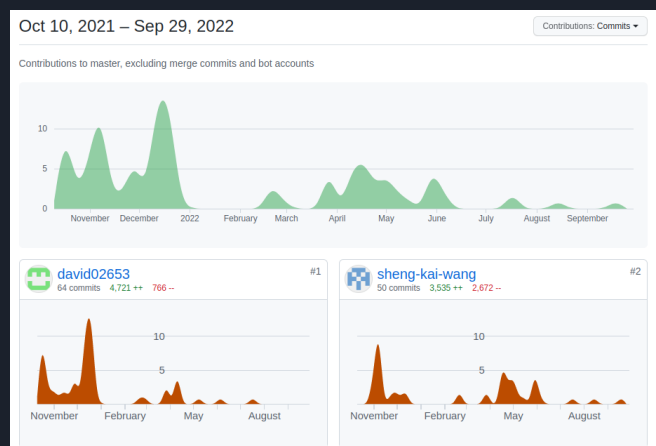
/contribution_analysis Analyze team members' contributions to the MAIN branch, and you have to make it PUBLIC.

/contribution_analysis

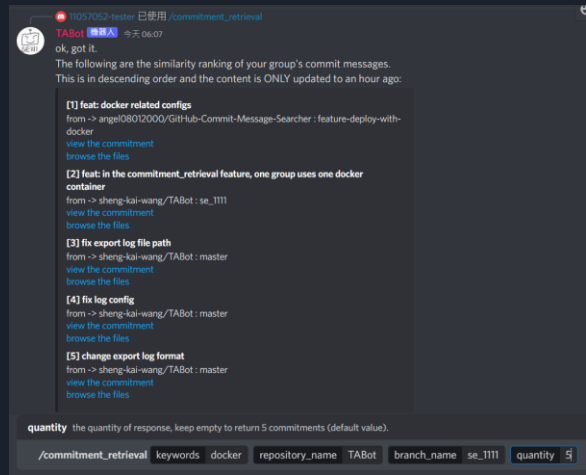
團隊成員貢獻分析 (main branch only)

輸入斜線命令 -> /contribution_analysis

只能查看對 main 分支的貢獻



commit message 會搜尋不到



Showing 5 changed files with 112 additions and 16 deletions.

Filter changed files

- docker-compose.yml
- redis
 - buildRedisServer.sh
- src/main/java/hou/socobai/hubot
 - Service
 - CommitmentRetriever.java
 - SlashCommandHandlerService.java
 - repository
 - RedisHandler.java

```

21 package com.github.schmeling
22 public class CommitmentRetriever {
23     private final RedisHandler redisHandler;
24     - private final String commitMsgSearchUrl;
25     - private final String commitMsgSearcherRegisterUrl;
26     - private final String commitMsgSearcherRetrieveUrl;
27
27     public final static String NO_RESULT = "all commit is 0";
28
29     @Autowired
30     public CommitmentRetriever(Environment env, RedisHandler redisHandler)
31     {
32         this.redisHandler = redisHandler;
33         this.commitMsgSearchUrl = env.getProperty("github-commit-
34             message-searcher.url");
35         this.commitMsgSearcherRegisterUrl = commitMsgSearcherRegisterUrl;
36         this.commitMsgSearcherRetrieveUrl = commitMsgSearcherRetrieveUrl;
37         this.commitMsgSearcherPath = env.getProperty("github-commit-message-searcher.retrieve-path");
38         registerRepository();
39     }

```

Split

Unfold

Filter changed files

- docker-compose.yml
- redis
 - buildRedisServer.sh
- src/main/java/hou/socobai/hubot
 - Service
 - CommitmentRetriever.java
 - SlashCommandHandlerService.java
 - repository
 - RedisHandler.java

```

21 package com.github.schmeling
22 public class CommitmentRetriever {
23     private final RedisHandler redisHandler;
24     + private final String group00Url;
25     + private final String group01Url;
26     + private final String group02Url;
27     + private final String group03Url;
28     + private final String group04Url;
29     + private final String group05Url;
30     + private final String group06Url;
31     + private final String registerPath;
32     + private final String retrievePath;
33     public final static String NO_RESULT = "all commit is 0";
34
35     @Autowired
36     public CommitmentRetriever(Environment env, RedisHandler redisHandler)
37     {
38         this.redisHandler = redisHandler;
39         this.group00Url = env.getProperty("github-commit-message-
40             searcher-group-01.url");
41         this.group01Url = env.getProperty("github-commit-message-
42             searcher-group-02.url");
43         this.group02Url = env.getProperty("github-commit-message-
44             searcher-group-03.url");
45         this.group03Url = env.getProperty("github-commit-message-
46             searcher-group-04.url");
47         this.group04Url = env.getProperty("github-commit-message-
48             searcher-group-05.url");
49         this.group05Url = env.getProperty("github-commit-message-
50             searcher-group-06.url");
51         this.group06Url = env.getProperty("github-commit-message-
52             searcher-group-other.url");
53         this.registerPath = env.getProperty("github-commit-message-

```

commit message 搜尋

browse the files: 查看提交時的檔案內容

<> Code

Pull requests

Actions

Projects

Wiki

Security

Insights

Settings

se_1111 had recent pushes 31 minutes ago

Compare & pull request

c0284e1be9

3 branches

0 tags

Go to file

<> Code

sheng-kai-wang

feat: in the commitment_retrieval feature, one group uses one docke...

c0284e1 2 days ago

192 commits

neo4j	chore: create neo4j volume folder	last month
redis	feat: in the commitment_retrieval feature, one group uses one docker ...	2 days ago
src	feat: in the commitment_retrieval feature, one group uses one docker ...	2 days ago
.gitignore	[add] anonymous question feature, [remove] application.yml, [refactor...	2 months ago
docker-compose.yml	feat: in the commitment_retrieval feature, one group uses one docker ...	2 days ago
pom.xml	fix: remove the test scope declaration of com.google.http-client:goog...	6 days ago