

開發一具智慧分析學習成效功能之圖形化程式教學系統

組員:沈俊良/曾鉉閔/劉秉澤

指導教授:伍朝欽

國立彰化師範大學資訊工程學系

500 彰化市進德路一號

Email: ccwu@cc.ncue.edu.tw

一. 前言

受現在十二年國教的影響,越來越多學校開始讓學生學習如何寫程式碼,再加上物聯網的盛行,很多學校選擇讓學生接觸簡單易上手的 Arduino 作為學習入門。要讓所有學生都打程式碼具有一定難度,但是結合視覺化的積木程式就容易許多,學生只要用拖拉方塊的方式一樣能寫出程式碼。

然而有許多外在變因容易影響 Arduino 程式的撰寫結果例如馬達轉速等,使教師僅能大約分出學生吸收程度的好與壞,難以深入細分學生程度並加以修改教學策略。

有鑒於此,我們加入人工智慧教學輔助系統,幫助老師依照學生編程習慣與編程結果分類學生,並找出隱藏於程式碼中的可能錯誤,幫助教師了解學生,提升教學品質。

並修改介面程式,使教師與學生能更好的在課堂上使用,也更便於老師管理班級的進度,能夠專注於每位學生是如何寫出他們的程式的。

二. 相關技術研討

本專題是基於 Electron-Vue 架構來開發前端介面程式,後端使用 MySQL+PHP+Python+JavaScript,和改進『NCUE BLOCK 1.0』

這些來組成我們的程式『NCUE BLOCK 2.0』

2.1 Electron-Vue [1]

基於 Vue 來構造 electron 應用程序的樣板代碼。

2.2 Vue.js [2]

是一個用於建立使用者介面的開源 JavaScript 框架,也是一個建立單頁應用的 Web 應用框架

2.2 Electron [3]

GitHub 開發的一個開源框架。它允許使用 Node.js (作為後端) 和 Chromium (作為前端) 完成桌面 GUI 應用程式的開發。Electron 現已被多個開源 Web 應用程式用於前端與後端的開發,著名專案包括 GitHub 的 Atom 和微軟的 Visual Studio Code。

2.3 NCUE BLOCK 1.0 [4]

結合視覺化編程、課堂導向頁面設計、記錄學生編程步驟並回放、機器人控制功能於一身的教學輔助軟體,具備額外方塊擴充功能能夠隨教學方向改變而擴充,由國立彰化師範大學負責開發與維護。

2.4 MySQL [5]

MySQL 是一個開放原始碼的關聯式資料庫管理系統。MySQL 在過去由於效能高、成本低、可靠性好,已經成為最流行的開源資料庫,因此被廣泛地應用在 Internet 上的中小型網站中。隨著 MySQL 的不斷成熟,它也逐漸用於更多大規模網站和應用,比如維基百科、Google 和 Facebook 等網站。非常流行的開源軟體組合 LAMP 中的「M」指的就是 MySQL

三. 系統需求、介面改進

3.1 系統需求

建議 WIN10(1809 含以上)、Intel Core series CPU(i3, i5, i7, i9)/AMD

Ryzen(r3, r5, r7, r9)、RAM 12G、15G 剩餘空間

3.2 介面改進

3.2-1 編程空間放大

圖 1 顯示原操作介面，可藉由標示按鈕將左方欄位與右方 arduino 程式與 xml 標籤資訊隱藏，擴大可編程空間，如圖 2 所示。

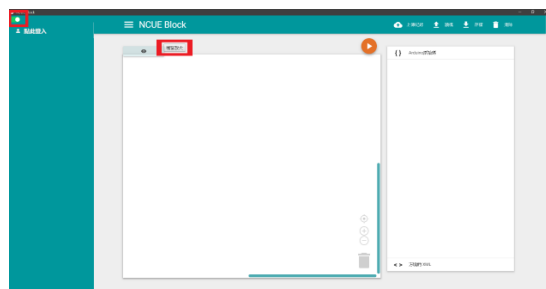


圖 1. 原操作介面

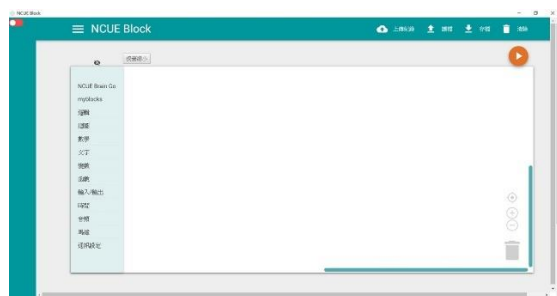


圖 2. 放大編程空間

3.2-2 播放速度可調整

如圖 3 所示，可於調閱紀錄下方選擇所需撥放速度。



圖 3. 加快播放紀錄位置

3.2-3 全記錄檔管理

圖 4 顯示紀錄檔管理介面，使用者可

於此選擇欲刪除的紀錄檔，一次性刪除多個紀錄檔



圖 4. 全紀錄檔管理介面

3.2-4 評測、匯出學生成績

教師可於教師端依學生紀錄檔內容自行評測學生成績與相關錯誤，並依班級為單位匯出評測成績，如圖 5 所示



圖 5. 評測與成績匯出介面

3.2-5 自定義錯誤標籤

如圖 6 所示，教師能依照自身需求，新增、修改學生錯誤標籤，使教案更加貼近教學目標

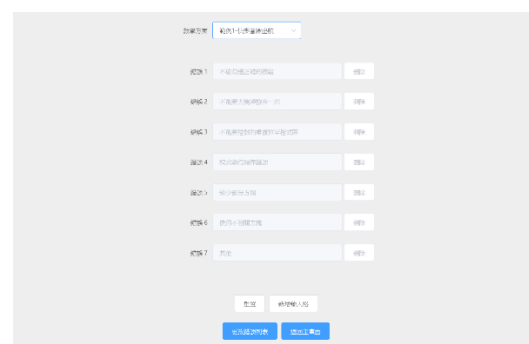


圖 6. 自定義錯誤標籤介面

3.2-6 刪除學生資料、回復學生密碼為預設

為避免操作失誤導致的學生資料不可逆，我們於圖 7 所標示的位置，加入刪除學生資料以及回復學生密碼功能



圖 7. 刪除學生資料與回復學生密碼功能位置

3.2-7 一次新增多個教學方案

如圖 8 所示，能新增、移除同一班級中的多個教學方案，避免過多不必要動作



圖 8. 新增多個教學方案

3.2-8 自動生成空白紀錄檔

如圖 9 所示，簡單的操作就能夠建立空白紀錄檔，使學生能夠更專注於程式編寫上



圖 9. 自動生成空白紀錄檔畫面

3.2-9 使用人工智慧來評分記錄檔

使用人工智慧來自動偵測進行評分，如圖 10 所示

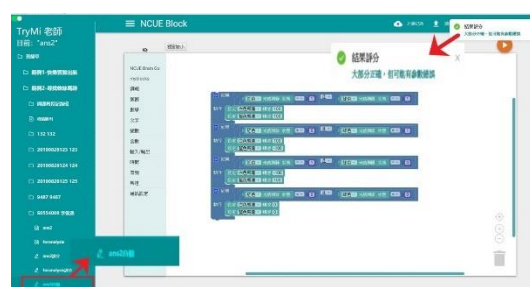


圖 10. 自動生成空白紀錄檔畫面

四. 實際上課

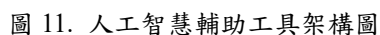
此程式改進後，在其他學校內開設營隊，讓實習老師可以現在教授學生如何使用此程式和體驗 Arduino 自走車。也經過實際使用者使用後的建議來修改跟改進我們的程式。



圖 11. 彰師大能源營隊實際上課畫面

5.1 系統架構

能自雲端抓取紀錄檔並經由自動評論系統，將資料由先前訓練好的模組檔案(.h5)進行分析顯示出學生所屬分類。



5.2-1 依學生作答結果劃分類別

1. 完全正確(包含非教師解答但能成功)
2. 大部分正確，但有參數錯誤(馬達轉速、種類、光感種類等)
3. 邏輯錯誤
4. 方塊錯誤(拉出毫不相關的方塊)
5. 內容部分正確，但尚未完成
6. 亂做

如表 1，若欲訓練學生程式碼此類具時間連續特性且長度並不固定的資料，LSTM 最為合適

模型名稱	類別	說明
KNN[6]	監督式學習	是一種用於分類和回歸的無母數統計方法。在這兩種情況下，輸入包含特徵空間（Feature Space）中的 k 個最接近的訓練樣本。然而難以判斷該如何擷取具連續型特性的資料特徵
Kmeans[7]	非監督式學習	把 n 個點（可以是樣本的一次觀察或一個實例）劃分到 k 個聚類中，使得每個點都屬於離他最近的均值（此即聚類中心）對應的聚類，以之作為聚類的標準。這個問題將歸結為一個把資料空間劃分為 Voronoi cells 的問題。可惜分類出的群並不固定、且難以判斷該如何擷取具連續型特性的資料特徵
RNN[8]	監督式學習	時間循環神經網路可以描述動態時間行為，因為和前饋神經網路（feedforward neural network）接受較特定結構的輸入不同，RNN 將狀態在自身網路中循環傳遞，因此可以接受更廣泛的時間序列結構輸入。手寫識別是最早成功利用 RNN 的研究結果。但當資料間隔過長時，容易出現梯度消失的問題
LSTM[9]	監督式學習	在傳統 RNN 的基礎上透過在神經單元中加入了遺忘、更新、輸出三個步驟，大幅提高了模型在長期記憶的表現

表 1. 各式學習模型說明一覽

5.2-3 將 xml 轉化為 LSTM 可用資料

如圖 12，首先選取個紀錄檔中時間順位最後一筆的資料，將其轉為 xml 標籤並由上至下切割標籤為數筆資料，依照 xml 標籤可分為 block、field、value、statement 類別，並擷取(feature)其中屬性，依表 2、表

3-1、表 3-2 進行 2 維度的 Label-encoding，其中特殊保留數字是指於課程中較常被使用的數字，分別為 0, 1, 9, 10, 0, 1 代表著光感狀態 9, 10 則為馬達、光感 pin 腳值，最後每筆資料以 2 維 list 型態儲存。

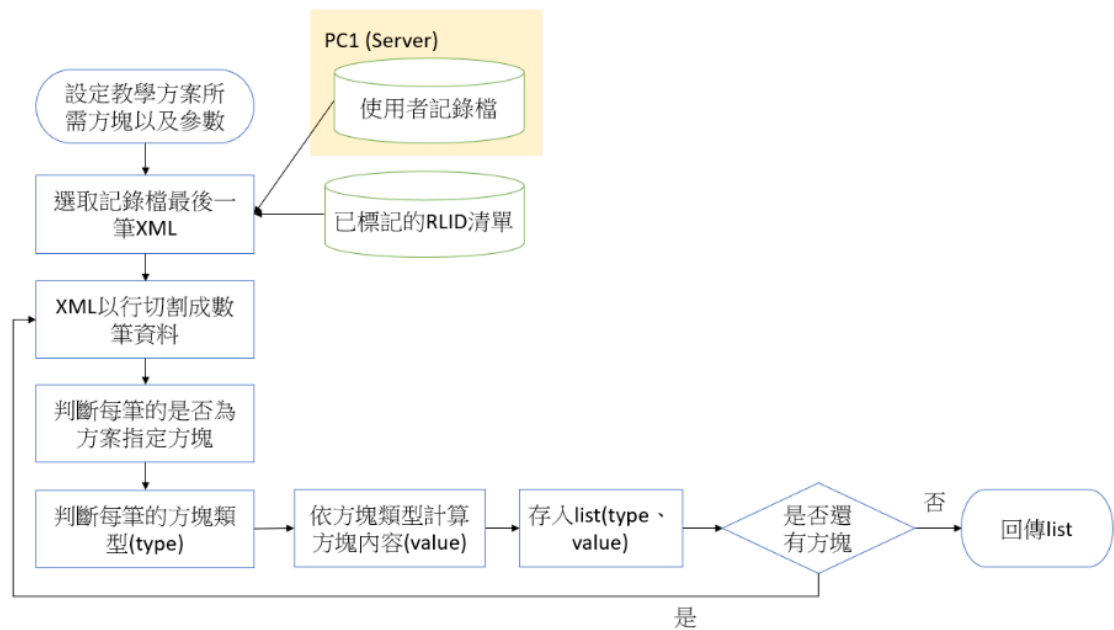


圖 12. 學生資料結果前處理

說明	代號
Xml 標籤種類為 block	0
Xml 標籤種類為 field	1
Xml 標籤種類為 value	2
Xml 標籤種類為 /value	3
Xml 標籤種類為 statement	4
Xml 標籤種類為 /statement	5

表 2. 第 1 維 label encoding 對應表

說明		代號
課程中有(沒有)教	邏輯方塊	0, 3
	迴圈方塊	1, 4
	其他方塊	2, 5
非數字	課程中有教的變數 ex. AND, EQ	6
	課程中沒有教的變數	7
是數字	第一個特殊保留數字 0	8
	第二個特殊保留數字 1	9
	第三個特殊保留數字 9	10
	第四個特殊保留數字 10	11

表 3-1. 第 2 維 label encoding 對應表

是數字且不是特殊保留數字	負(正)數	取 log5 為 0	12, 18
		取 log5 為 1	13, 19
		取 log5 為 2	14, 20
		取 log5 為 3	15, 21
		取 log5 為 4	16, 22
		取 log5 為 5	17, 23
value 或 statement 開頭			24
value 或 statement 結尾			25

表 3-1. 第 2 維 label encoding 對應表

5.2-4 匯入 LSTM 中建模與評估

將處理完的資料以最長者為基準把其餘資料擴充為等長後匯入 LSTM 中建模並評估結果

5.2-5 實驗非特殊保留數字取對數對模型之影響

圖 13、14、15、16，分別表示將非特殊保留數字取 2、5、7、10 對數的模型預測結果，其中 x 軸表示資料編號、y 軸表示預測結果，當對數值取 5 時擁有最好的準確率，也最符合實際情況，對數 7 則較對數 10 容易預測出學生表現差的情況。

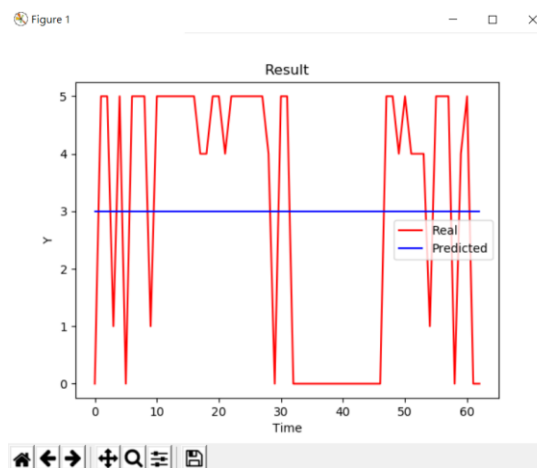


圖 13. 非特殊保留數字取 log2

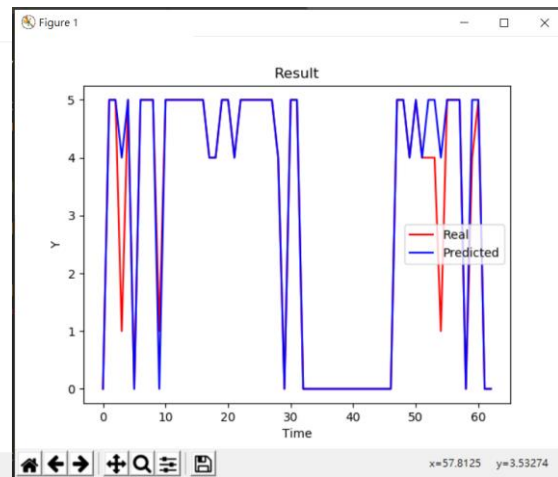


圖 14. 非特殊保留數字取 log5

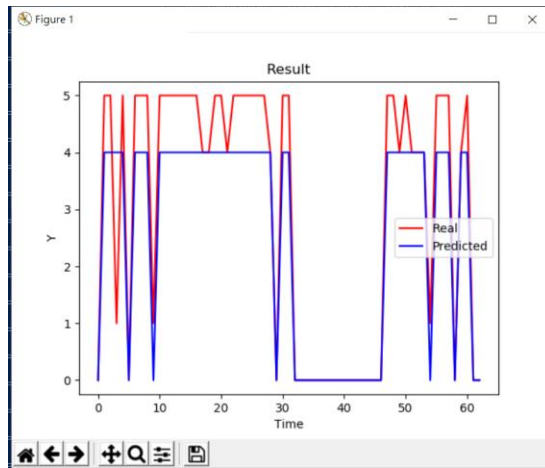


圖 15. 非特殊保留數字取 $\log_7$

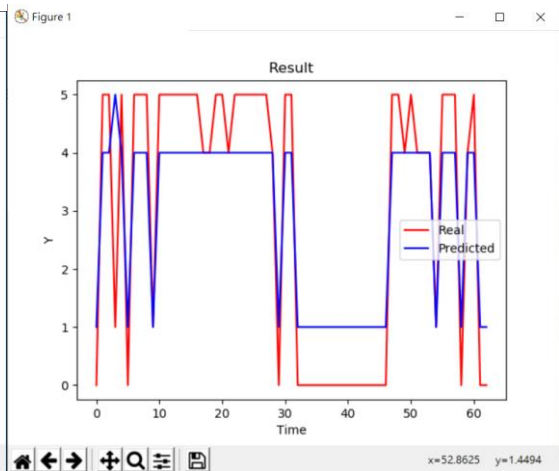


圖 16. 非特殊保留數字取 $\log_{10}$

5.3 分類學生作答過程

5.3-1 依學生作答過程劃分類別

將學生依照紀錄檔資料分化為以下 9 種類別

1. 順利完成
2. 完成後花許多時間調整參數
3. 結果成功，作答過程曲折 1(前後步驟間隔時間長)
4. 結果成功，作答過程曲折 2(出現許多多餘動作)
5. 結果成功，但作答過程相當曲折(1+2)
6. 過程順利，但結果有出入
7. 結果失敗，作答過程曲折 1(前後步驟間隔時間長)
8. 結果失敗，作答過程曲折 2(出現許多多餘動作)
9. 結果失敗，但作答過程相當曲折(1+2)

5.3-2 將 xml 轉化為 LSTM 可用資料

如圖 17，首先選取單個紀錄檔中的所有過程步驟、紀錄時間、類型(刪除/新增/移動/變更)資料，將過程步驟轉為 xml 標籤並與前一步驟相互比較整理出前後不同的標

籤，計算當步驟與前步驟的時間差，依照表 4、表 5 進行 2 維度的 Label encoding，擷取(feature)其中屬性，如圖 18，最後於匯入 LSTM 前將第 1 維資料進行 one hot encoding，將資料標籤轉化為無序離散值。

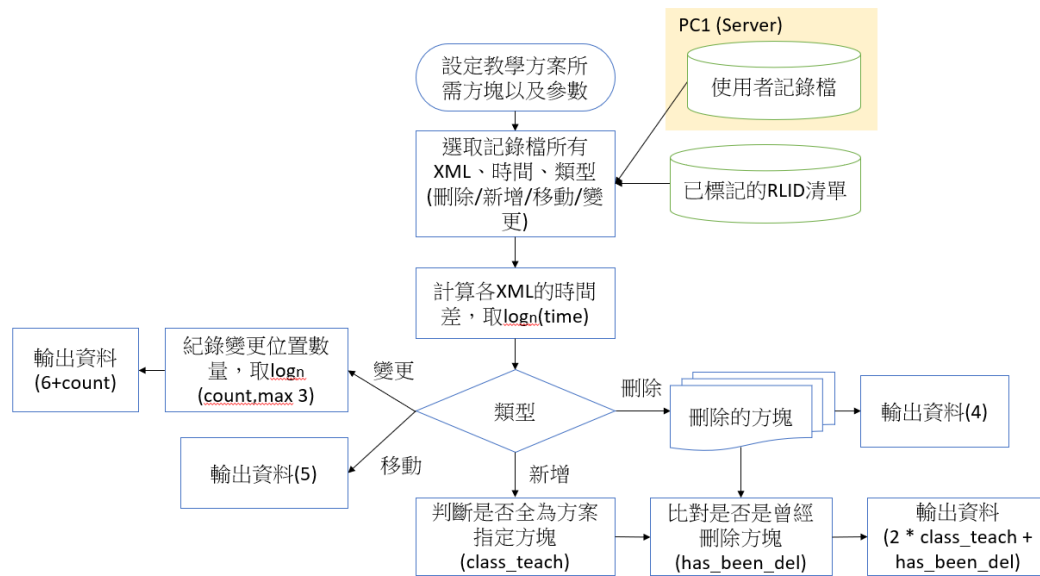


圖 17. 學生資料過程前處理 1

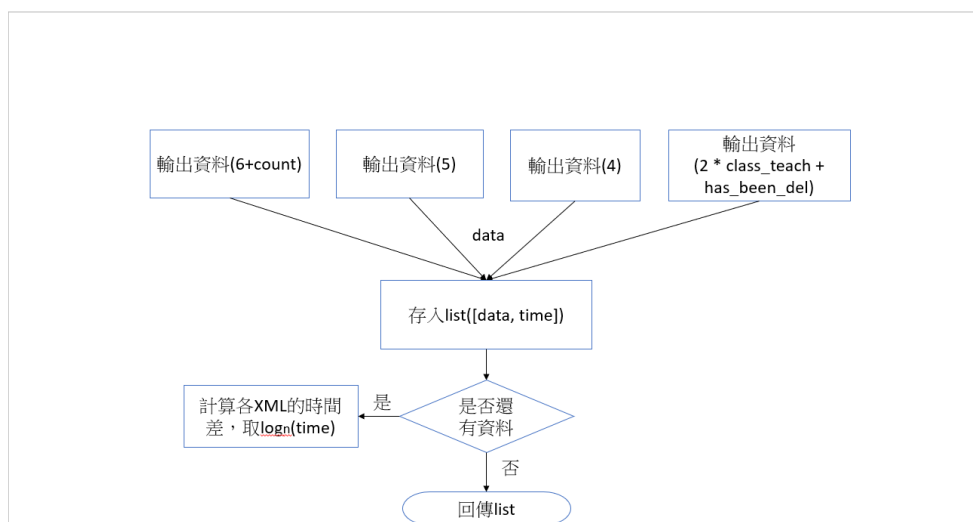


圖 18. 學生資料過程前處理 2

動作類別	說明		代號
create	所產生的方塊全跟課程有關	未被 delete 過	0
		曾被 delete 過	1
	所產生的方塊有跟課程無關的	未被 delete 過	2
		曾被 delete 過	3
change	更動過的參數取 log2		4~7
delete	學生於此步驟刪除方塊		8

move	學生於此步驟移動方塊	9
最後還需經 one-hot encoding 將資料標籤轉化為無序離散值		

表 4. 第 1 維 label encoding 對應表

說明	代號
目前步驟和前一步驟的時間差	取 log2 為 0~10 0~10

表 5. 第 2 維 label encoding 對應表

5.3-3 實驗第 1 維中 field 差異數取對數對模型之影響

圖 17、18，分別表示將 field 差異數取 2、5 對數的模型預測結果，其中 x 軸表示

資料編號、y 軸表示預測結果，當對數值取 2 時擁有較好的準確率，也較符合實際情況，對數 5 則較難以表現出邊緣值。

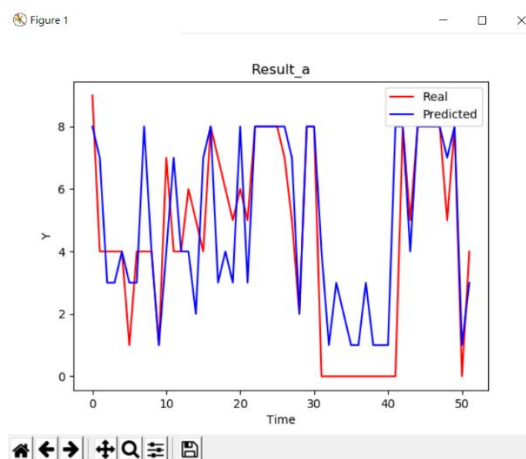


圖 17. Field 差異數取 log2

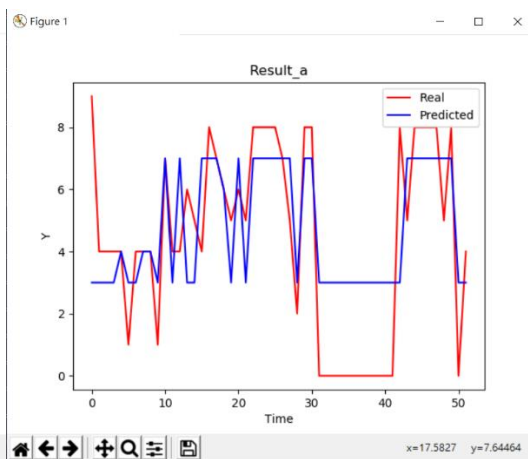


圖 18. Field 差異數取 log5

5.3-4 實驗第 2 維中步驟間時間差取對數對模型之影響

圖 19、20，皆把 field 差異數取 2 的對數後，將步驟間時間差取 2、5 對數的模型

預測結果，其中 x 軸表示資料編號、y 軸表示預測結果，當對數值取 2 時擁有較好的準確率，也較符合實際情況，對數 5 所產生的預測結果則相對無序難以看出甚麼。

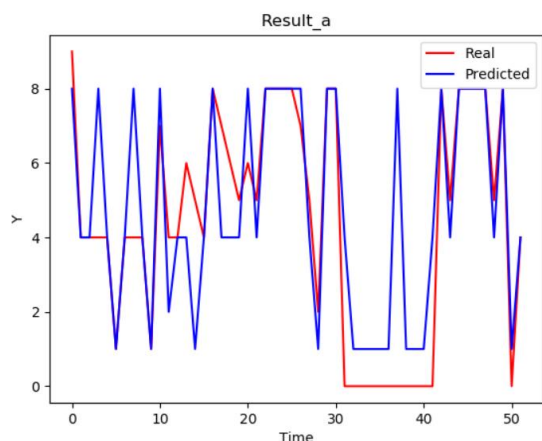


圖 17. 步驟間時間差取 $\log_2$

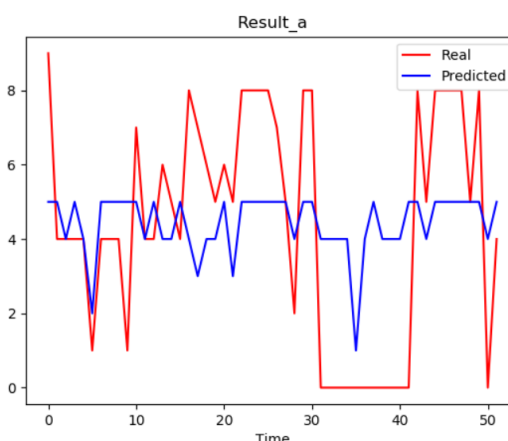


圖 18. 步驟間時間差取 $\log_5$

六. 結論

本專題以使用者需求來修改跟優化程式，聽取現場使用者的使用習慣來開發，且是以班級為導向，更能夠幫助老師管理班級內的學生學習進度，並結合機器學習來輔助老師分類學生、因材施教，實踐了教育人工智能(EAI)的概念，將教學環境結合現代科技和大數據，來達到科技輔助教學，提升老師教學效率。

對於機器學習學生編程結果的部分，我們成功將程式碼資料轉化為能夠以 LSTM 模型學習預測的形式，也得出一個魯棒性高的模型。

學生編程過程的部分則可能因為學生編程習慣差異過大與資料量不夠等問題，雖然能夠判斷出學生大概水平，然而準確率與魯棒性均不高，仍有許多難以收集卻可能相關的未加入參數能考慮其中，例如學生平時成績與學生性格等...。在專題中我們專注於系統效率提升與提升教學效率，對於 NCUE Block 1.0 與相關模型與演算法進行實作與改良，成功提升了系統效能並符合使用者需求，但在學生編程過程的模型部份我們還有很大的進步空間，期待未來能將模型調整得更加穩定。

七. 參考文獻

- [1] Electron-Vue
<https://simulatedgreg.gitbooks.io/electron-vue/cn/>
- [2] Vue.js
<https://zh.wikipedia.org/wiki/Vue.js>
- [3] Electron
<https://zh.wikipedia.org/wiki/Electron>
- [4] NCUE Block
<https://drive.google.com/drive/u/0/my-drive>
- [5] MySQL
<https://zh.wikipedia.org/wiki/MySQL>
- [6] KNN
<https://zh.wikipedia.org/wiki/K-%E8%BF%91%E9%82%BB%E7%AE%97%E6%B3%95>
- [7] Kmeans
<https://zh.wikipedia.org/wiki/K-%E5%B9%B3%E5%9D%87%E7%AE%97%E6%B3%95>
- [8] RNN
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BE%AA%E7%8E%AF%E7%A5%9E%E7%BB%8F%E7%BD%91%E7%BB%9C>

[9] LSTM

<https://medium.com/@tengyuanchang/%E6%AF%94%E8%BC%83%E9%95%B7%E7%9F%AD%E6%9C%9F%E8%A8%98%E6%86%B6%E6%A8%A1%E5%9E%8B-lstm-%E8%88%87%E6%94%B9%E8%89%AF%E5%B%E8C%E7%9A%84%E9%81%9E%E6%AD%B8%E7%A5%9E%E7%B6%93%E7%B6%B2%E8%B7%AF%E6%A8%A1%E5%9E%8B-gru-813dec22ec6d>