

國立臺東大學資訊管理學系
環境經濟資訊管理碩士在職專班
碩士論文

In-Service Master Degree Program in Environmental
Economics and Information Management
Department of information Science and Management Systems
National Taitung University
Master Thesis

學生學習 mBot 機器人之學習表現研究
**Research of Learning Performance of
Students Learn mBot Robot**

研究生：謝政達

Graduate Student : SIE,JHENG-DA

指導教授：謝昆霖 博士

Advisor : Hsieh,Kun-Lin, Ph.D

中華民國一百零九年七月

July,2020

國立臺東大學資訊管理學系
環境經濟資訊管理碩士在職專班
碩士論文

In-Service Master Degree Program in Environmental
Economics and Information Management
Department of information Science and Management Systems
National Taitung University
Master Thesis

學生學習 mBot 機器人之學習表現研究
**Research of Learning Performance of
Students Learn mBot Robot**

研究生：謝政達

Graduate Student : SIE,JHENG-DA

指導教授：謝昆霖 博士

Advisor : Hsieh,Kun-Lin, Ph.D

中華民國一百零九年七月

July,2020

國立臺東大學
學位論文考試委員審定書
系所別：環境經濟資訊管理碩士在職專班

本班 謝政達 君

所提之論文 學生學習 mBot 機器人之學習表現研究

業經本委員會通過合於 碩士學位論文 條件

論文學位考試委員會：

趙家元

(學位考試委員會主席)

施能木

謝品新

(指導教授)

論文學位考試日期：109年7月12日

國立臺東大學

附註：1. 本表一式二份經學位考試委員會簽後，正本送交系所辦公室及註冊組或進修部存查。

2. 本表為日夜學制通用，請依個人學制分送教務處或進修部辦理。

國立臺東大學 學位論文授權書

重要事項說明：依著作權法第十五條第二項第三款規定，「依學位授予法撰寫之碩士、博士論文，著作人已取得學位者，推定著作人同意公開發表其著作」。本校圖書資訊館就紙本學位論文之閱覽服務依前開規定，採公開閱覽為原則。如論文涉及專利申請、投稿論文、機密或其他法定事由，需延後公開紙本論文者，請另行填寫本校「學位論文延後公開申請書」。(申請書得自本館網站下載)

本授權書所授權之論文為本人在 國立臺東大學 資訊管理學 系(所)

環境經濟資訊管理碩士在職專班 108 學年度第 2 學期取得 (碩士 博士) 學位之論文。

論文名稱：學生學習 mBot 機器人之學習表現研究

- 一、本人具有著作財產權之上列 (學位論文 書面報告 技術報告 專業實務報告) 之電子全文(含書目、摘要、圖檔、影音資料、附件等)，依著作權法規定，非專屬、無償授權予下列單位得重製、上載網站，藉由網路傳輸，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

單位	公開上網時程
本人畢業學校	(依據 108 學年度第一學期第 3 次行政會議決議：研究生畢業論文延後公開上網時程，至多以三年為原則) <input type="checkbox"/> 立即公開 <input type="checkbox"/> 一年後公開 <input type="checkbox"/> 二年後公開 <input checked="" type="checkbox"/> 三年後公開
國家圖書館	<input type="checkbox"/> 立即公開 <input type="checkbox"/> 一年後公開 <input type="checkbox"/> 二年後公開 <input type="checkbox"/> 三年後公開 <input checked="" type="checkbox"/> 不同意公開
與本人畢業學校圖書資訊館簽訂合作協議之資料庫業者	<input type="checkbox"/> 立即公開 <input type="checkbox"/> 一年後公開 <input type="checkbox"/> 二年後公開 <input type="checkbox"/> 三年後公開 <input checked="" type="checkbox"/> 不同意公開

- 二、本人 (同意 不同意) 本人畢業學校圖書資訊館基於學術傳播之目的，在上述範圍內得再授權第三人進行資料重製。

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同同意授權。

學 號：4310707 (務必填寫)

研究生簽名：謝政達 (親筆正楷)

指導教授簽名：謝政達 (親筆簽名)

日 期：中華民國 109 年 7 月 27 日

本授權書(得自本校圖書資訊館網站下載) 請以黑筆撰寫並影印裝訂於書名頁之次頁。

誌謝

在這兩年的研究所求學日子裡，因為我們這屆人數特別的少，尤其在學期中，又退出了一些同學，因此，班上的同學感情也就比較好，我們有時候會約吃飯、討論作業，彼此會互相幫忙，感覺這樣的求學氣氛很好，希望我們以後即使畢業了，還是能偶爾聯絡聚會。

感謝謝昆霖老師願意當任我的指導教授，給了我許多論文可以撰寫的方向，讓初探論文的我，不至於手忙腳亂。這樣的經驗是特別的，以往都是在學校教學生課業，而這兩年又恢復成學生的身分，還記得在碩一時上的統計分析與應用、多變量分析，內容難到我差點懷疑人生，上課即使很專心聽講，卻仍像鴨子聽雷，常在書海中摸索，有很多不懂的地方，老師都會不吝指導，幫助我們可以趕快步上軌道。

我想這樣的求學經歷會是以後生活裡的美好回憶，都會記得曾經有那麼一刻，有些同學、老師陪伴我們走過這樣的求學之路。最後，謹以本論文感謝所有鼓勵我、幫助我、陪伴我不斷精進成長的人，衷心感謝。

謝政達 謹誌

中華民國 109 年 7 月

學生學習 mBot 機器人之學習表現研究

作者：謝政達

國立臺東大學資訊管理學系

摘要

目前國內在國中小的課程中，仍著重在應用軟體的教學，而應用軟體日新月異的改變，如學生仍專於學習特定的應用軟體，以後未必能實際操作應用於生活中。故近幾年新興的程式語言課程，除了將以往較困難的程式語言以圖形化的積木呈現，也讓教師在教學中，從學生內心複雜的思考歷程，培養、訓練其邏輯思考，進而從程式指令中，發現問題，提出解決的方案，將問題的解答，以實際操作的方式來呈現。

本研究旨在探討國小學童在接受機器人教學後的運算思維能力。本研究採準實驗研究法，以臺東縣某國小五年級一班學生為研究對象，透過引導式的班級教學，讓學生以個人方式編寫機器人程式設計，於課程進行中，檢視學生過關迷宮的程度，透過資料分析來瞭解學生接受機器人課程後的運算思維能力，並透過問卷、發表瞭解學生於教學中是否習得迷宮的解決能力，並獲得良好的學習表現結果。結果發現：1. 迷宮任務的難易度會影響引導式教學方法的學習表現及問題解決方法。2. Kirkpatrick 的問卷結果，在第一層面中的教學方式及教材設計，均呈正向反應回饋。3. Kirkpatrick 的問卷結果，在第二層面中的知識獲得及學習相關經驗，均呈正向反應回饋。

關鍵字：運算思維能力、程式語言、學習表現

Abstract

Due to the curriculum system of primary school and junior high school nowadays still put emphasis on application software, which change rapidly, it might not be practical for students' future life if they still focus on learning specific application software. Therefore, in recent years, the emerging programming language courses not only present the more difficult programming languages in the past as graphical building blocks, but also help teachers to cultivate and train students' logical thinking from the complex thinking process within. Moreover, teachers find students' problems from their programming instructions, and present the solutions to the problems in a practical method.

The purpose of this study was to discuss primary school students' computational thinking abilities after taking mBOT Robot curriculum. This study used empirical research method, using a specific fifth-grade students from Taitung county as an example. By guided teaching for the whole class, teacher helped students code personal robot programs. During the curriculum, teacher checked students' levels by passing mazes, and comprehended each student's abilities and problem solving skills through data analysis, questionnaire results, and class presentation. The results of the study were: First, the difficulties of maze tasks has influence on guided teaching's learning performance and solutions. Second, according to questionnaire results of Kirkpatrick, in level 1, feedbacks were both positive in teaching method and curriculum designing. Third, according to questionnaire results of Kirkpatrick, in level 2, feedbacks were both positive in both knowledge acquisition and learning related experiments.

Keywords: computational thinking ability, programming language, learning performance

目 錄

第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	2
第三節 研究範圍與對象	3
第四節 研究流程	3
第二章 文獻探討	5
第一節 Scratch 程式語言	5
第二節 台灣的資訊教育與程式設計	6
第三節 學生學習表現	7
第四節 引導式教學與學習	8
第五節 教育機器人	10
第六節 mBlock 程式語言軟體	13
第三章 研究設計與實施	17
第一節 研究架構與教學流程	17
第二節 研究對象	21
第三節 研究方法	21
第四節 課程內容介紹	22
第五節 資料蒐集分析與研究工具	22
第四章 資料分析結果與討論	25
第一節 國小五年級班級的過關任務能力分析	25
第二節 五年級學生運算思維之間的差異	39
第三節 學生在執行任務時，遇到的困難及解決方式	39
第四節 Kirkpatrick 的問卷結果與分析	40
第五節 研究討論與發現	57
第五章 結論與建議	64
第一節 待答問題	64

第二節 結論.....	66
第二節 建議.....	69
參考文獻.....	69
附錄.....	76



圖目錄

圖-1	本研究流程圖.....	4
圖-2	mCore 主控板.....	11
圖-3	直流馬達.....	12
圖-4	超音波感應器.....	13
圖-5	mBlock 操作介面.....	14
圖-6	mBlock 連接方式.....	15
圖-7	mBlock 程式編寫及上傳.....	16
圖-8	完成問題策略教材設計理論模型.....	19
圖-9	Sternberg 問題解決循環模式圖.....	20
圖-10	三階段流程圖.....	21
圖-11	S 形障礙物.....	26
圖-12	S 形障礙物程式 1.....	26
圖-13	S 形障礙物程式 2.....	27
圖-14	S 形障礙物程式 3.....	28
圖-15	S 形障礙物程式 4.....	29
圖-16	冂形迷宮.....	30
圖-17	冂形障礙物程式 1.....	31
圖-18	冂形障礙物程式 2.....	31
圖-19	冂形障礙物程式 3.....	32
圖-20	冂形障礙物程式 4.....	33
圖-21	冂形障礙物程式 5.....	33
圖-22	H 形迷宮.....	34
圖-23	H 形障礙物程式 1.....	35
圖-24	H 形障礙物程式 2.....	36
圖-25	H 形障礙物程式 3.....	37
圖-26	H 形障礙物程式 4.....	38

表目錄

圖表-1	性別人數.....	40
圖表-2	除了在學校內，在校外也有學習程式語言的經驗.....	41
圖表-3	上課時，老師會設法嘗試引起學生的學習動機.....	42
圖表-4	上課中，老師會有效的引導、鼓勵同學提出問題.....	43
圖表-5	老師會視課程需要，選擇媒體來輔助教學.....	44
圖表-6	用引導的方法教學，能有比較多練習迷宮任務的時間.....	45
圖表-7	用講述的方式教學，可以更快速的通過迷宮任務.....	46
圖表-8	教材內容的設計能引起學生的學習動機及興趣.....	47
圖表-9	教學流程的安排，能合乎學生的學習需求.....	48
圖表-10	教材內容適中，不會讓學生學習感到負荷過重.....	49
圖表-11	提供補充教材與資源，讓學生能有效的通過任務.....	50
圖表-12	程式堆疊方式.....	51
圖表-13	放入適當的指令，可以幫助學生更有效的通過任務.....	52
圖表-14	較複雜的迷宮地形，可以讓學生思考得更多，也更有挑戰性.....	53
圖表-15	遇到困難的任務時，學生會嘗試解決問題，並完成它.....	54
圖表-16	之前的迷宮任務，可以幫助學生通過之後更難的迷宮單元.....	55



第一章 緒論

本研究探索教授學生學習 Scratch，並將學生進行異質分組為兩人一組，在學生學習過 Scratch 後，接著以 Mbot 機器人為主要教學，其有七大功能，分別為 LED 燈、聲音、遙控、馬達轉動、超音波、光敏感測、循線，其中車子的馬達轉動最難，每年都會有迷宮類型的比賽，需要搭配車輪轉軸和超音波的程式設定。以馬達轉動加超音波教學為例，訓練學生在遇到迷宮地圖時，如何編寫程式，來解決車子在迷宮中行走，可能遇到的問題，影響的學習成效及問題解決能力為何。本章分為四節，第一節為研究背景與動機，第二節為研究目的，第三節為研究範圍與對象，第四節為研究流程。

國內國民小學教育階段大多運用機器人教育在社團或是專題課程中，各大專院校與公部門也積極推動相關措施來培養學童們資訊相關技能。如臺南大學與臺南市東區勝利國小，在 2016 年合作建置創客教室，並將 mBot 機器人作為教學工具，來進行授課，培養學生具有解決問題的能力（自由時報，2016）；而科技部中部科學工業園區管理局為激發學生的創意，除了在 106 年辦理「mBot 機器人國小體驗營隊」，為了讓學生家長也能對機器人產生興趣，於 107 年辦理「mBot 機器人親子體驗營」，讓國中小學童及家長都可以參加，並透過親自動手操作，希望達到讓自造的教育向下扎根（勁報，2018）；臺北市長安國民小學則是在 2019 年臺灣學校網界博覽會，參與了機器人程式 DIY 的相關比賽，透過專題研究探訪，程式要從簡單學起，才能具備一定的程度與基礎（臺灣學校網界博覽會，2019）；屏東大學也成立了運算思維教育基地，並與多間國中小合作，以 mBot 機器人、Zenbo 機器人與 Cubetto 小方頭機器人等不同種類的機器人當作學習教具，配合十二年國教使國中小學童在遊樂中學習問題解決與程式編寫的素養。（屏東大學，2018）

第一節 研究背景與動機

近幾年學校的課程已有重大轉變，由原來的九年一貫課程變成十二年國教，而在九年一貫課程時，資訊教育仍是重大議題之一(教育部，2011)，現場的老師常將資訊課程融入國小的各科教學(尹玫君，2001)；十二年國教上路後，資訊教育在國小不再是一定要上的課程(教育部，2014)，所以有的學校可能就沒有資訊課程。但科技日益進步，資訊課程在國小中，更是不可或缺的一環課程，而部分教師對於資訊教學是感到有難度的，且女性趕到的困難度高於男性，資深教師感到困難度高於年輕教師(賴尹慧，2019)。所以在程式語言的教學上，使用簡易的圖形化積木，可以讓學生比較容易學習課程內容。雖然 108 年教育部的課綱並未強制規劃科技領域，當作國民小學教育階段的領域學習課程，但研究者希望透過機器人與程式語言教育相接合，並以引導的教學方法，施行於一個高年級班級中，探究引導的教學方法，在學習表現上反饋的結果為何？是否都能提升學生的邏輯思考能力，並讓學生都習得帶得走的學習能力。

第二節 研究目的

本研究目的以引導的方式教授學生 mBot 自走車機器人迷宮程式，並讓學生每個人都有一台 mBot 自走車機器人，用以檢視學生在設計迷宮程式上的學習表現為何。將研究目的條列如下：

1. 蒐集文獻，進行引導式教學方法的資料內容分析。
2. 設計 mBot 自走車機器人迷宮的教學課程設計。
3. 從引導式教學方法的現場中，學生進行的反饋內容分析。
4. 教學完畢後，檢視學生在作品上的學習表現，及老師設定的主題，研究學生的學習表現結果。

呼應以上的研究目的，所擬之研究問題為：

1. 引導式的教學方法優、缺點為何？

2. mBot 自走車機器人迷宮程式的教學，如何設定適當的教學流程？
3. 學生在學習時，可能都會有不同的學習表現？如何以指標來檢視之？
4. 學生在迷宮過關完成度上，檢視的學習項目有哪些？是否具有迷宮問題的解決能力？

第三節 研究範圍與對象

本校五年級學生，共計一班，人數 25 人(男生 11 人、女生 14 人)，受限於樣本數，可能無法代表當今所有的五年級學生學習成效及問題解決能力。且只能檢視結果，無法檢視學生在學習歷程中的回饋過程。

第四節 研究流程

本研究針對個案學校五年級學生進行學生背景及引導教學法的資料內容分析後，進行班級教學，檢視引導方式的教學方法，學生在迷宮過關上呈現的結果，及學習表現如何。研究流程圖如下圖所示：

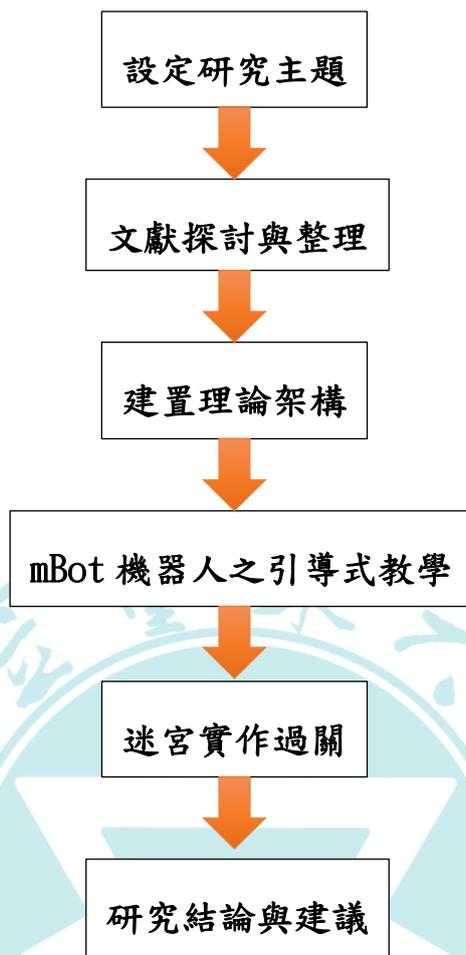


圖-1 本研究流程圖

第二章 文獻探討

本研究主要目的在探討於學校班級中實施 mBot 機器人程式語言教學對國小五年級學童學習 mBot 機器人之學習表現研究，透過 mBot 機器人實體操作與 mBlock 程式設計軟體，分析學童在運算思維能力的表現。

第一節 Scratch 程式語言

Scratch 是由美國麻省理工學院的 Lifelong Kindergarten Group 於 2007 年正式公開的程式語言，目前已被世界各國翻譯成 40 多種國家語言，而且能夠在常用的作業系統，如 Windows 或 Mac 上安裝來執行使用。他最特別的地方就是將複雜難懂的程式語言，用圖形化的方式讓操作者看懂，並用滑鼠拖拉積木的方式來編寫程式，且用顏色區分不同特性的程式積木，例如：動作、外觀、事件、控制、運算、變數。在操作上較為簡單明瞭。(王麗君, 2015)而 Scratch 的特色就是初學者不必學習任何程式編碼的課程，就能輕鬆地設計出自己想要的作品，只需要將程式語言已經模組化的積木，進行堆疊、組合或併行，便可讓操作者進行邏輯思考的訓練及用於解決問題上。(Maloney, Peppler, Kafai, Resnick & Rusk, 2008)

Resnick 等學者提出 Scratch 的三大概念，分別為：一、使用者可以隨意地修改程式，透過圖形化的視覺積木，在指令執行後，可以立刻進行積木移動的修改。二、使用者可以使用 Scratch 將自己的想法，設計成一個特別的作品。三、使用者可以將完成的 Scratch 作品傳送到 Scratch 的社群網站進行分享、線上編輯，也可以從這個網站中，搜尋其他國家創作者的作品。且開發者將 Scratch 的原始碼開放出來，其他進階的使用者可以修改其程式碼，讓作品更加完美。讓使用者在製作的過程中，可以進行創造性的腦力激盪思考、邏輯運算思維。(Resnick, Maloney, Monroy-Hernandez, Rusk,

Eastmond, Brennan, Millner, Rosenbaum, Silver, Silverman and Kafai, 2009)。其中，mBlock 的操作介面也與 Scratch 完全相同，除多了機器人模組區，可單純操作 mBot 機器人的閃燈、聲音、感測、循線或移動等功能，也可以結合 Scratch 作出互動式的作品。

第二節 台灣的資訊教育與程式設計

臺灣已經在 108 課綱納入程式設計課程，目的在希望國內的教育方針可以趕上國外，透過電腦相關知能的學習，培養學生的邏輯思考、系統化思考等運算思維，並藉由資訊科技之設計與實作，增進運算思維的應用能力、解決問題能力、團隊合作以及創新思考（國家教育研究院，2016）。張瀨文（2016）提出在台灣有些縣市，是全部都在推動程式語言教學，有的縣市起步較慢，課程集中在資優班或民間。在台灣程式語言的教學目前遇到的困境是師資仍不普及、教材聯結須更新快速、學校的軟硬體設備須充足、國中小課程的銜接問題，有的國小有上程式語言的課程，有的國小連電腦課程都沒有上，到國中時，可能有資訊課重複或完全沒上過課程的問題。

教育部在 2016-2020 資訊教育總藍圖中提到：一、教師對於資訊科技的影響，應該要有更完整的認識，有些老師仍未了解資訊科技已經是學生的生活必需品，在資訊科技融入的教學中，仍然不足。二、學生在使用資訊科技時，還是停留於表層的應用，學生習慣被動的接收大量資訊，而未對學習的內容進行反思、篩選或驗證。三、教師在職前的教育專業課程學習中，大部分的課程仍未具有資訊教育等相關內容，甚至可能只是選修的課程，導致部分教師可能因此未曾學習過資訊相關課程。四、國、高中在十二年國教中，資訊課成為必修課程，可能有些學校未有相關配套措施。五、數位落差的部分仍然很嚴重，我國長期挹注資源投入偏鄉，但介於都市到偏鄉間的學校，在接受資訊教育上，也可能會形成另類的數位落差。六、資訊教育的專業能力或組織制度不完整，

在學校編制上，有些學校沒有資訊專業的教師，相關教師也不易尋覓，在教學上是一大隱憂。(教育部，2016)

第三節 學生學習表現

聯合國教科文組織(UNESCO, 1996)提出學習是個人內在的財富，人類為了適應現今社會的變遷，因此必須學習知識、學習共同生活、學習發展及學習不斷的改變，藉由在學習中，讓每個人的才能能被看見。Carneiro與Draxler(2008)認為將課程有系統的設計，可以引導學生的正向學習，並培養學生能有能力去面對未來的問題。李安明、鄭采珮、劉志昫(2011)提出學生的學習成就是學生透過在學校的正式課程教育獲得，並在認知、情意和技能上表現出學生的學習成果。謝傳崇與李尚儒(2011)認為臺灣近幾年，在學生的學習表現方面，不再強調學科成績導向，而是希望學生能兼顧多元智能發展及培養學生具有問題解決的能力。因此，將學生的學習表現定義為在老師教授專業的課程內容後，學生在課業成就、學習態度及表現行為上的呈現。謝傳崇、蕭文智、王玉美(2015)將學生的學習表現定義為學生在經過一段時間的學習歷程後，在學科評量上得到的成績，並且在日常生活中，所呈現出來的學習態度及行為表現，這當中包含了認知、情意與技能三方面的學習結果。李勇輝(2017)認為數位學習科技可以幫助提升學生的學習動機及學習成效。故透過 mBot 自走車機器人的課程學習，應可幫助提升學生的學習動機及具有一定的學習表現結果

十二年國教上路後，教育部(2018)科技領域的學習重點內容主要分成兩個部分，一為學習表現，另一為學習內容。其中學習表現討論：一、運算思維與問題解決：學生是否具備運算思維解決的能力，並能分析問題，擬定出解決問題的策略。學生在遇到迷宮任務問題的時候，是不是可以擬定出有效的過關程式撰寫解決策略，在實際操作 mBot 自走車機器人時，遇到的障礙、程式問題，

是否具有分析問題的能力。二、資訊科技與合作共創：能利用資訊科技與同儕間合作。學生在使用 mBot 自走車機器人的時候，是否能善用 mBlock 軟體來進行程式撰寫，並透過與同儕間的合作後，彼此各自來完成老師所設計的迷宮任務關卡。三、資訊科技與溝通表達：能利用資訊科技與同儕間溝通或討論，來表達自己的想法。學生在使用 mBot 自走車機器人進行迷宮任務過關的時候，透過同儕間的溝通，提出自己的想法、討論後，能撰寫出自己設計的程式，並完成老師所設計的迷宮任務關卡。四、資訊科技使用的態度：能用健康、合理和合法的科技使用態度，來完成資訊科技的探索。學生在使用 mBot 自走車機器人進行迷宮任務過關的時候，能用健康快樂、正確撰寫程式的操作方法來進行程式撰寫。五、運算表達與程序：學生能將問題以運算思維的形式來呈現，並使用程式語言來表達自己的運算思維過程，或使用演算法來進行問題解決。學生在使用 mBot 自走車機器人進行迷宮任務過關的時候，能將自己的運算思維過程，使用 mBlock 撰寫機器人邏輯程式後，以實際迷宮任務過關的方式來表現。六、資訊科技創作：能使用運算思維來進行創作或資訊科技來解決問題。學生在使用 mBot 自走車機器人進行迷宮任務過關的時候，能加入自己的想法，在進行不一樣的迷宮路線走法，或是多種不同的迷宮任務過關方式。

第四節 引導式教學與學習

引導式的教學，可以透過多種方法，如：動畫、圖示、線索，引導學習者的主動學習意願，並吸引學習者去注意那些要學習的事物，並且有成功的例子表示，引導式的教學方法，可以提高學習者的學習意願及其表達能力。(Koning, Tabbers, Rikers, & Paas, 2010)引導式的教學，主要是教師在教學的時候，以問題的方式來引導學習進行互動，常以生活化的問題引導學生，讓學生在概念發展中由淺至深，將舊有的先備知識、生活經驗與新知識結合，讓學生在學習中，加入自己的思辨能力、綜合的評價，強調教學與真實生活中的連結，引導式的教

學方式比傳統式的講述課程更活潑，較能提升學生的學習興趣。(洪榮昭、劉明洲，1996)

透過引導式的教學方法，讓學生能主動學習，並了解學生的想法，老師在適當的時機給予協助，並建立學生的歸屬感，使學生能在團體學習中，發現問題、設定解決策略、小組成員任務指派，最後一起完成老師指定的任務。(李清偉，2013)。佐藤教授也指出，教師在引導式的教學中，應多以「聽」的方式，來瞭解學生的想法與意見，把真正的學習主導權交還給學生，使學生在課堂中成為主角，而教師則是課堂中的引領者，讓學生主動探索、主動學習新知識。(余肇傑，2014)。楊秀停和王國華指出(2007)：一、引導式的教學方法，能提升學生認知、態度及技能三方面的學習成效。二、老師在教學中，適度的引導，可以激發學生的探究能力。故如在 mBot 的機器人教學中，老師使用引導的教學方式，提供學生有趣、生活化的學習經驗，應能使學生主動學習，並提升學生的問題解決動機。

引導式教學與學習優、缺點分析	
優點	缺點
1. 因不是灌輸式的課程內容，學生較容易記憶所學過的資訊。	1. 需要耗費許多的時間，讓學生可以充分的思考，並以實際操作的方式，來檢驗自己的想法。
2. 可以改善學生的長期記憶，而非將知識都停留在短期記憶	2. 引導方式的學習，學生的錯誤比率通常較高，較常發生在準備不完全的老師或學生不熟悉此類的教學方法，容易產生挫折。
3. 增進學生於日後可以用相同的方式，來進行自主的學習。	
4. 學生在沒有他人幫助的情況下，也	

會具備可以解決相似的問題。	
5. 學生因能自我學習與自行解題，而獲得內在的正增強。	
提升引導式教學與學習的效率	
1. 提供學生有關的學習內容，包含學習概念、原理或解決策略，可以增加學生發現的經驗。	
2. 集中在學習活動相關的生活經驗或內容上。	
3. 提供學生正確和錯誤的例子，讓學生得以省思。	
4. 在學生推理的過程中，老師提供必要的鷹架邏輯思維架構，若學生仍無法了解的話，老師可以提供更多的引導訊息，來幫助學生發現。	
5. 在教學場域提供足夠的教學情境，讓學生在當下的情境，可以在情境中，進行合宜的問題解決。	

第五節 教育機器人

十二年國教上路後，學校教育越來越重視學生生活中的經驗，希望在學校中可以培養學生能主動學習、問題解決的能力，而在機器人教育中，結合了許多領域的學習，如科技、跨領域的整合與機械工程等應用，也訓練學生的團隊合作與解決問題的能力。陳怡靜與張基成(2015)、林基聰(2013)也對臺灣青少年機器人競賽活動的裁判、教練進行調查研究，發現裁判、教練大都贊成開放性的教學，建構學生的學習，並選擇適合學生能力的競賽模式，採多元評量的方式來進行。

mBot 零組件介紹：本研究在教學中使用 mBot 主機板及部分擴充零組件來進行課程，其各有不同的功能，讓學生在學習的過程中，控制不同的零組件來進行不同迷宮任務的問題解決，此小節將概述在本研究中，學生們會使用部分

零組件的功能性。

一、mCore 主控板

mBot 自走車的 mCore 主控板，是以 Arduino Uno 為基礎設計，主控板上建立許多不同組件，可提供使用者學習及使用，如蜂鳴器、紅外線感應器、Led 燈，讓學生在學習上，不用再另外連接杜邦線、電阻、感測器，即可透過內建的模組化組件，來進行課程學習。模組化的感測器，主要透過 RJ-25 線材外接不同的感應器於上方的連接埠 1 至 4 埠，來進行不同的功能操作。



圖-2 mCore 主控板

二、馬達

mBot 自走車若要移動的話，則需外接直流馬達才可使 mBot 自走車移動，透過程式的撰寫，我們可控制馬達的轉動速度與方向，使 mBot 自走車可前後移動或是改變轉彎角度的方向及轉動速度停止，mBot 自走車上會有兩個馬達來進行移動的操控。

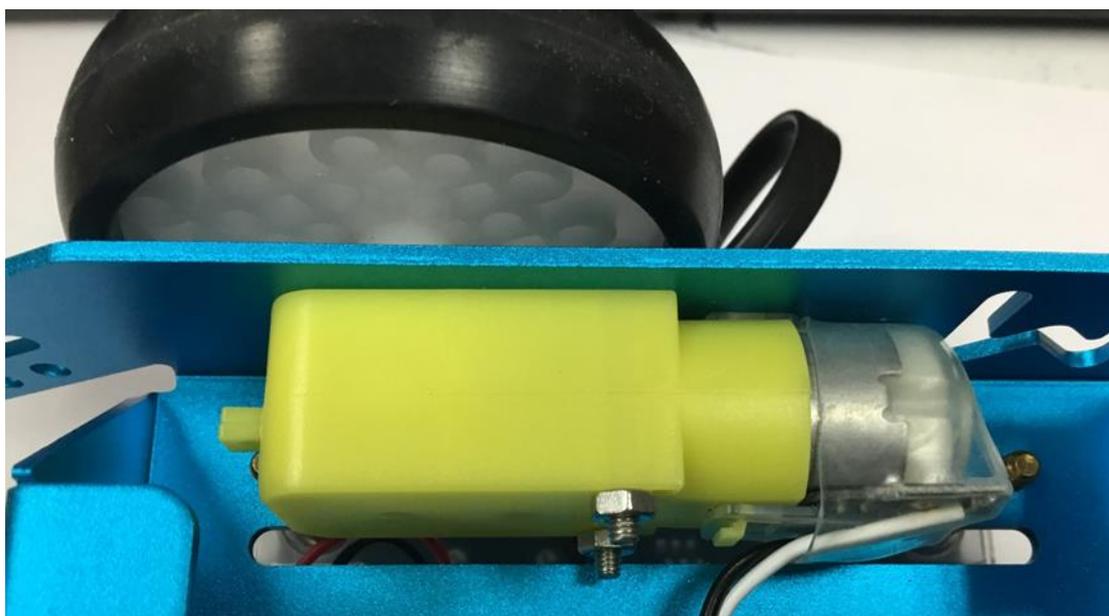


圖-3 直流馬達

三、超音波感應器

超音波指的是頻率超過人耳可聽到的聲波或是振動，本研究之教學活動設計中，讓學生透過超音波感應器，來編輯程式，進行迷宮地圖任務的闖關，mBot 自走車的超音波感應器外型設計雖有點像是眼睛造型，但其一邊為發射器，另一邊則為接收器，不是兩邊都具有發射和接收的功能，並且超音波感應器，偵測前方的距離，有一定的長度，如果距離太近，感應器會無法接收。因主要是進行迷宮地圖的過關程式編輯，故會讓每位學生，使用三個超音波感應器，分別連接連接埠 1~4 號的其中三個。



圖-4 超音波感應器

第六節 mBlock 程式語言軟體

mBlock 介面介紹:本研究使用 mBlock 軟體進行 mBot 自走車程式編輯教學，mBlock 是透過 Scratch2 而設計的軟體，介面及使用方法與 Scratch 幾乎相同，主要多了機器人模組區，透過如同 Scratch 的視覺化程式語言，將感應模組進行邏輯化的排列組合，並透過程式的撰寫，此小節概述 mBlock 軟體的基本操作。

一、 mBlock 操作介面

mBlock 的操作介面跟 Scratch 的操作介面類似，跟 Scratch 一樣有舞台區、工作區、程式積木區及角色編輯程式區，它的操作方式跟 Scratch 相同，存檔的格式也跟 Scratch 相同，學生不用再花額外的時間去學習其他的程式語言，一樣是用拖拉的方式來移動程式積木。唯獨 mBlock 多了機器人模組區，這裡面的程式積木都會用於 mBot 自走車機器人上的感應模組。

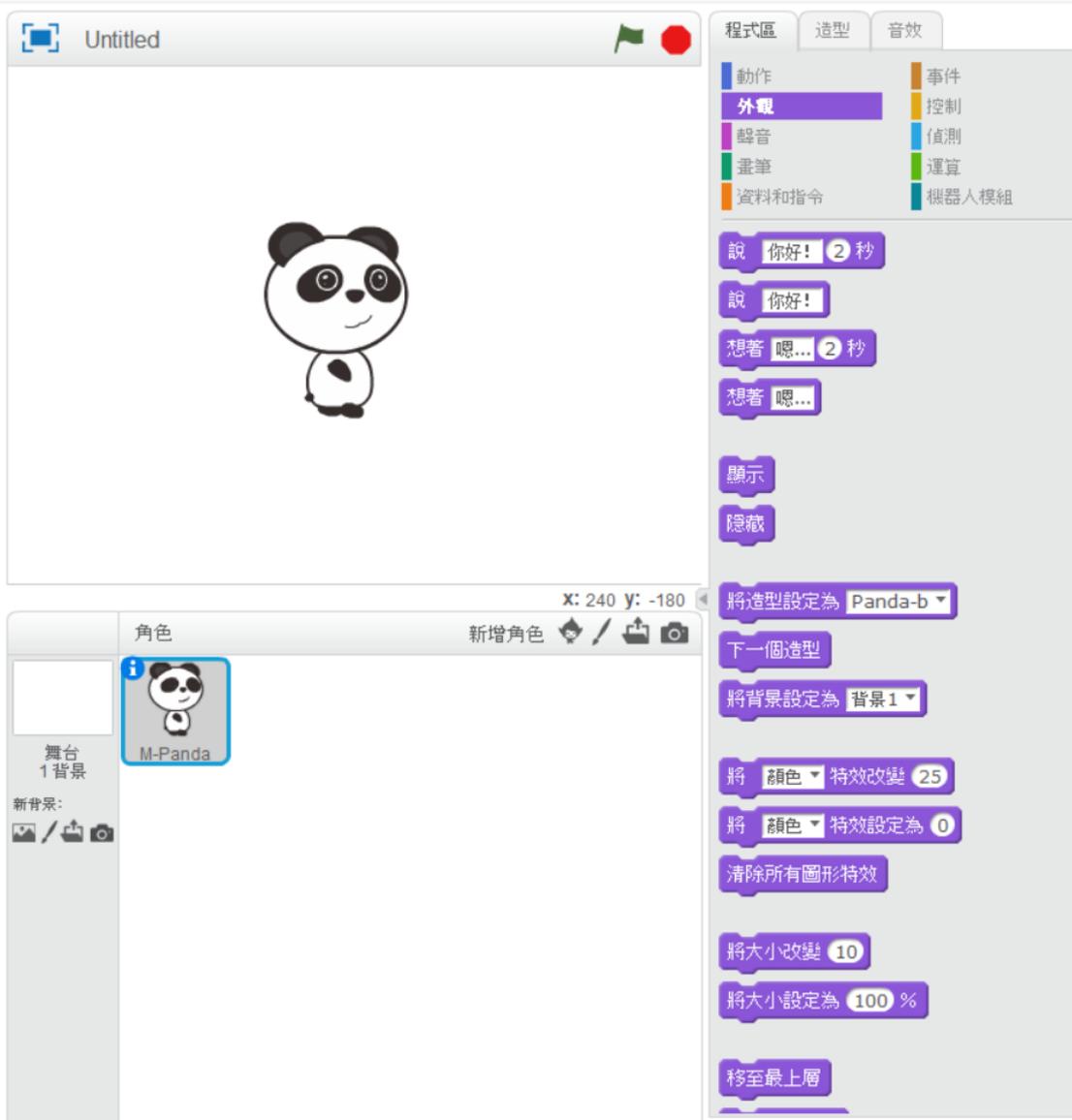


圖-5 mBlock 操作介面

二、 mBlock 連接方式

mBlock 除了操作介面跟 Scratch 相似之外，最主要的目的，是為了將 mbot 自走車機器人跟 mblock 作相連接，用以編輯可操作 mBot 自走車機器人的程式積木。常用的連接方式有線序埠、2.4G 無線序埠、網路連接，通常在編輯程式時，都會選擇更新韌體，避免程式重覆燒錄，造成堆疊出錯，而讓程式產生執行上的錯誤。

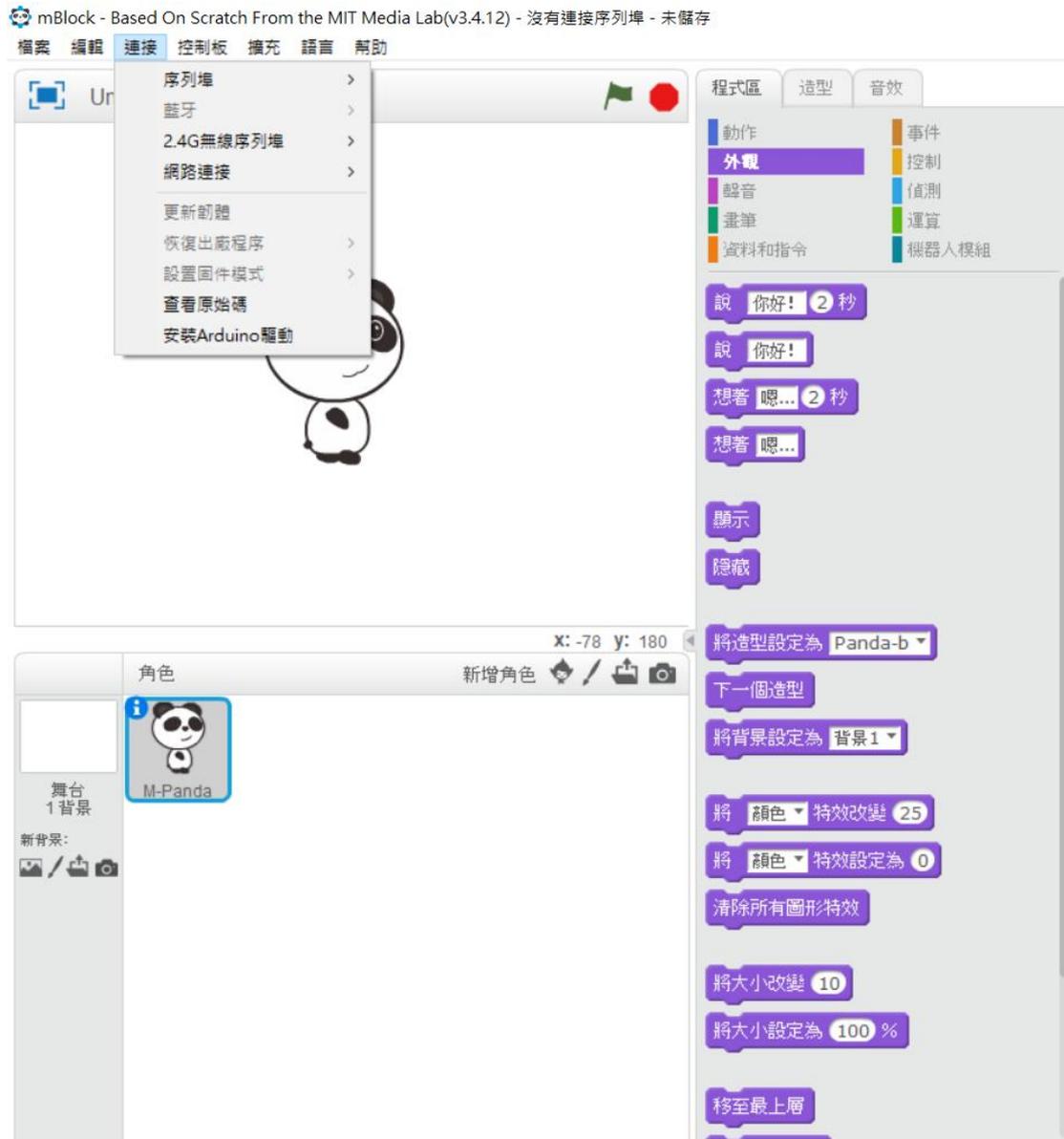


圖-6 mBlock 連接方式

三、 mBlock 程式編寫及上傳

mBlock 程式編寫主要可以分成兩大類，第一大類為如果不將程式燒錄到 mBot 自走車機器人內的主機板時，可以執行 mBlock 內的所有程式，包含 Scratch 的互動遊戲或動畫；第二大類為要把程式燒錄到 mBot 自走車機器人內部主機板時，類似於 Scratch 的程式積木都無法進行燒錄，且需開啟 arduino 模式，這時只剩機器人模組、運算和控制這三塊積木區的程式可進行燒錄上傳到 mBot 自走車機器人內。

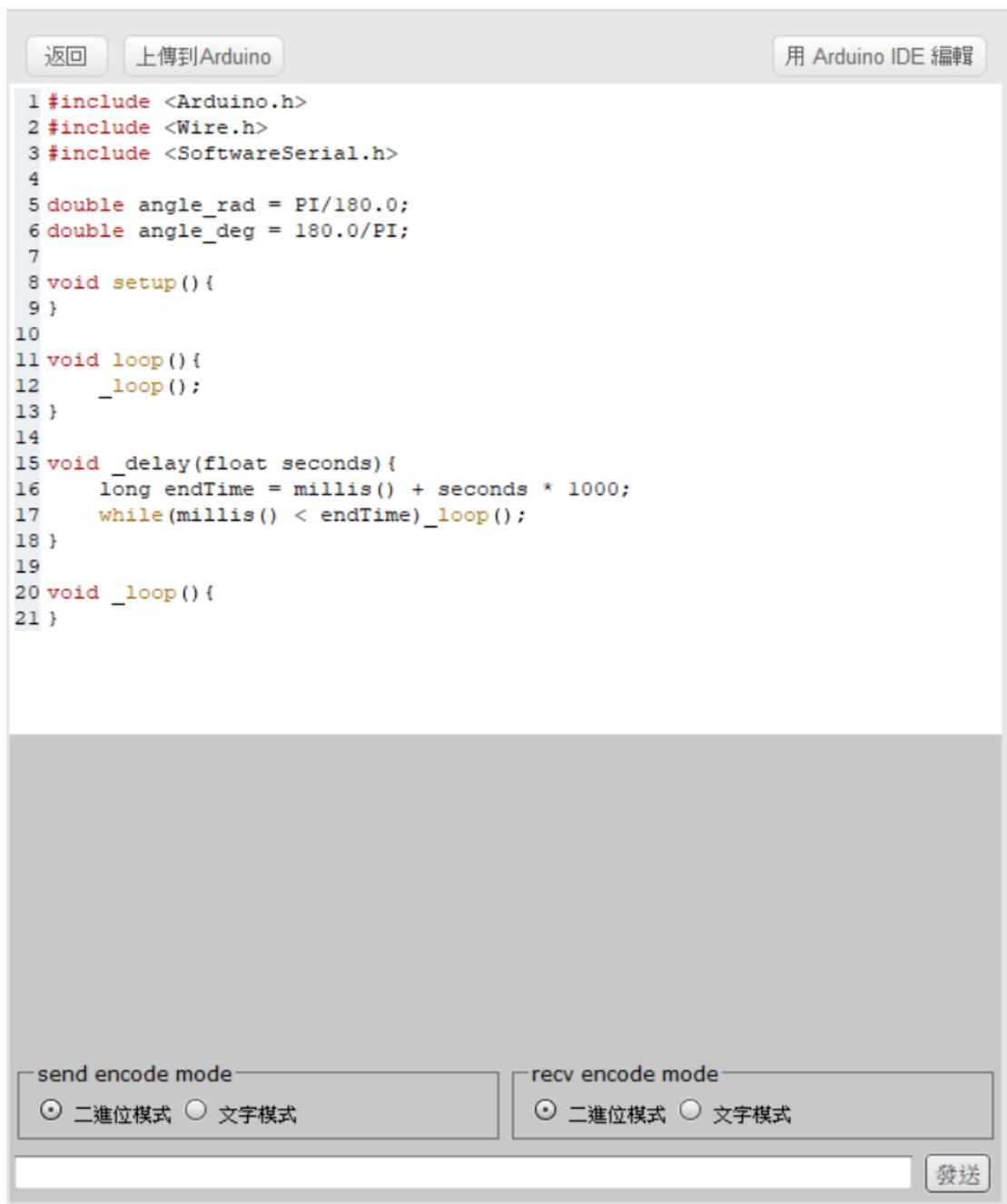


圖-7 mBlock 程式編寫及上傳

第三章 研究設計與實施

本研究旨在以 mBot 自走車機器人為主要教學工具，並使用引導式的教學方法，用以探究班級教學中，五年級學生在運算思維邏輯上，是否同時具備問題解決的能力，與學習表現的結果為何，並與一般常態教學之間的比較。本研究對於 mBot 機器人學習成效的評估主要著重於 Kirkpatrick 與 Kirkpatrick (2006) 的成效評估模式的反應層次、學習層次與行為層次，反應層次利用「學習滿意度」來做衡量依據，衡量學生對於 mBot 機器人學習的學習滿意度，依照教學方式、教材設計問卷來衡量學生的學習滿意度；學習層次使用「知識獲得」來做衡量依據，衡量學生對於 mBot 機器人課程之原理、事實、技能、態度等之吸收；行為層次使用「技能提昇」來做衡量依據，衡量學生將 mBot 機器人所學的知識與技能加以應用的程度。為達到這個目的，本章節說明使用的研究方法及研究設計。第一節為研究架構與教學流程；第二節為研究對象；第三節為研究方法；第四節為課程內容介紹；第五節為資料分析。

第一節 研究架構與教學流程

本研究透過教學場域進行準實驗研究教學，學生在四年級時，已經學習過 Scratch，對於程式積木已經有一定程度的了解，進而使用引導式的教學方式，使學生在執行任務時，能透過不同的學習方式，來進行問題解決。

一、準備階段

訂定研究主題，以 mBot 自走車機器人教學為主要的內容，藉以訓練學生的邏輯思考能力，進而解決問題，並檢視學生的學生的學習表現結果。廣泛蒐集相關文獻，並於相關領域教師討論課程，確定研究方向，如問題解決能力、學習成效檢視。

二、實施階段

對五年級班級進行實驗，研究者在實驗課程開始前，先對班級進行 mBot 自走車機器人基礎功能教學，並對課程內容進行修正改進。由於 mBot 自走車機器人程式設計的介面，是所有學生都沒有接觸過的，但其部分功能，是建置在 Scratch 之上，所以學生在剛接觸時，可能會有些混亂，也許會有不少問題，因此在上課之前一定要先教會學生安裝軟體至電腦內，並且對 mBot 自走車機器人進行韌體更新；第一次上課時先將 mBot 自走車機器人分給每位同學，藉由學生實際的觀察，並由老師對 mBot 自走車機器人進行完整功能、組件介紹。老師可以將學生常見的問題，先行解答，若是學生還有問題時，可以統整學生的問題後，一併回答。

其中，在課程教學中，主要偏向概念講解，之後讓學生以競賽方式完成任務，教學設計為引導方式的教學，主要概念講述完畢之後，讓學生進行迷宮闖關，並跟一般常態教學的班級進行比較。將 mBot 自走車機器人的課程進行分段教學，雙輪與單輪的移動、前方障礙物的避開障礙、左右方有路時的移動、車子在移動時，可能偏移路線的校正。

實施階段中的問題解決能力部分，以 Clark, et al., (2005:199) 模組進行教材設計。課程發展依序從三角形底部至頂端，由追蹤觀察、模仿修改到擴充創作，教師的教學內容步驟會逐漸減少，讓學生從觀察者的角色能觀察老師的教學，到模仿佛式的撰寫，最後能完成老師設計的迷宮地圖。

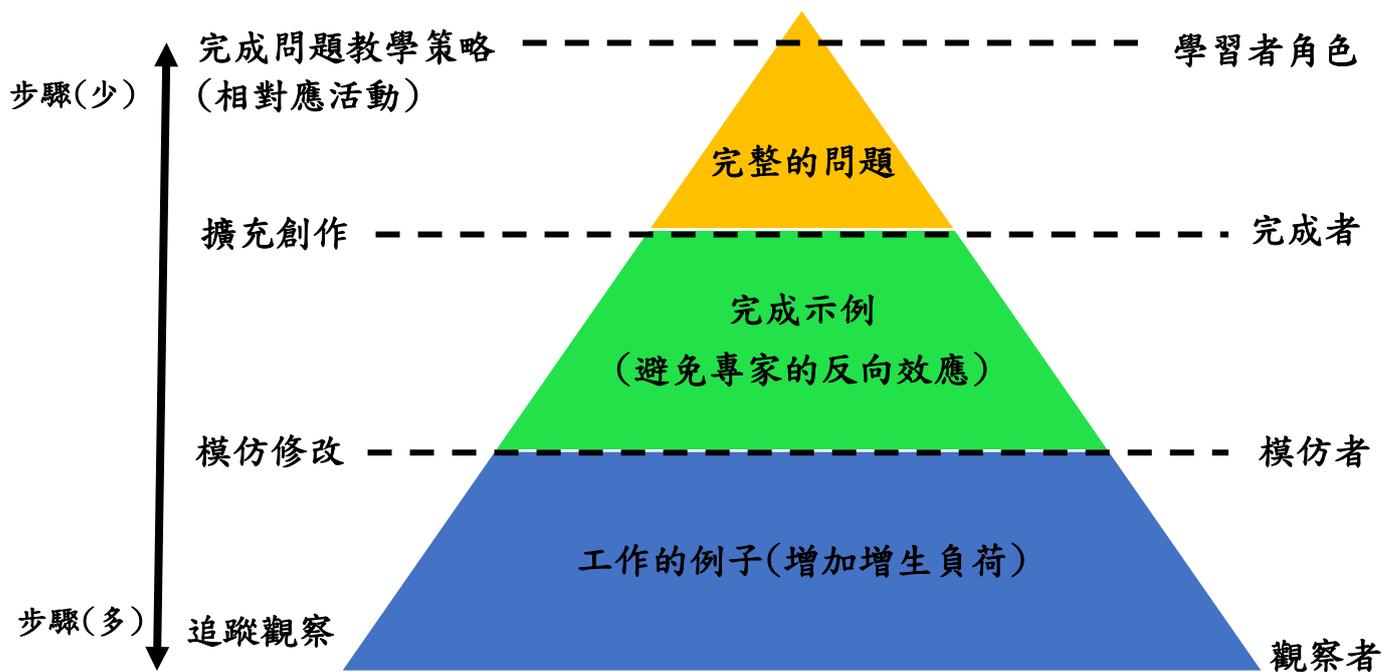


圖-8 完成問題策略教材設計理論模型

資料來源：參考自 Clark, et al., (2005:199)

在因應問題教學策略，使用 Sternberg 問題解決循環圖的模式來解決迷宮地圖任務。學生在確認問題後，要定義這個迷宮要怎麼過關？可能無法過關的問題是什麼？並且擬定解決這個問題的策略，在實際 mBot 自走車機器人操作中觀察車子在行走時，會遇到的問題，並如何解決，且在過程中要與同儕間討論，程式的修正、撰寫、除錯等。

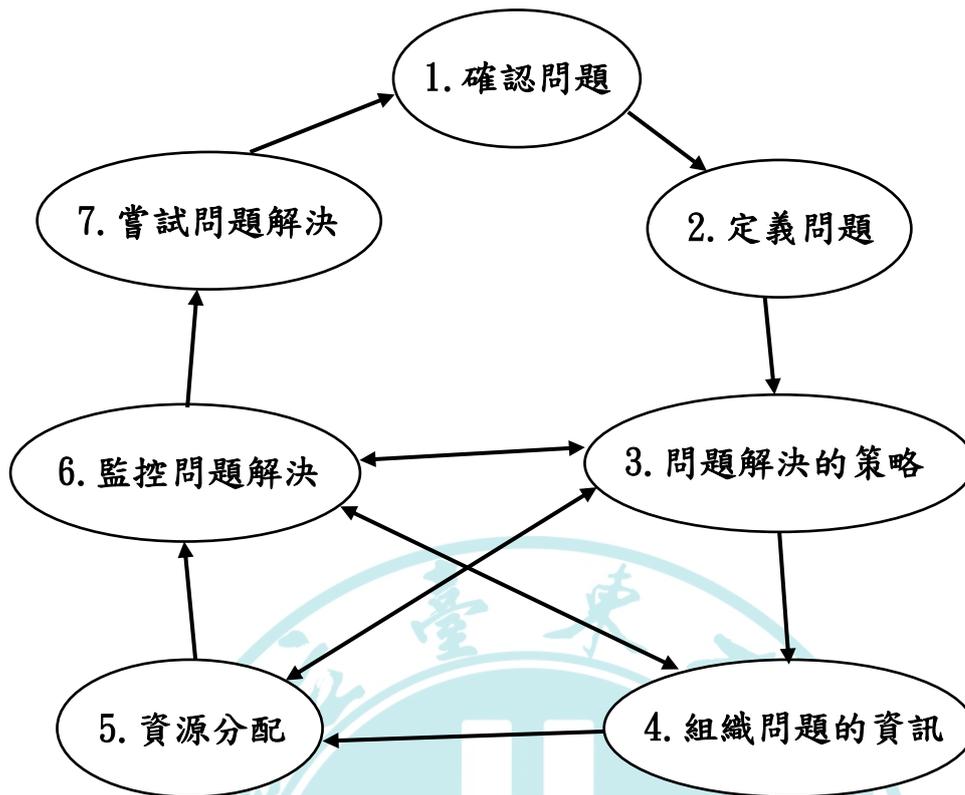


圖-9 Sternberg 問題解決循環模式圖

資料來源：參考自 Sternberg, J. R. (1999). Cognitive Psychology (p. 351). Orlando, FL: Harcourt Brace & Company

三、統整階段

依引導方式的教學，檢視學生在通過迷宮任務上的難易度，進行學生對於問題解決內容的分析，並針對學生在學習態度問卷上，進行描述性統計分析整理。

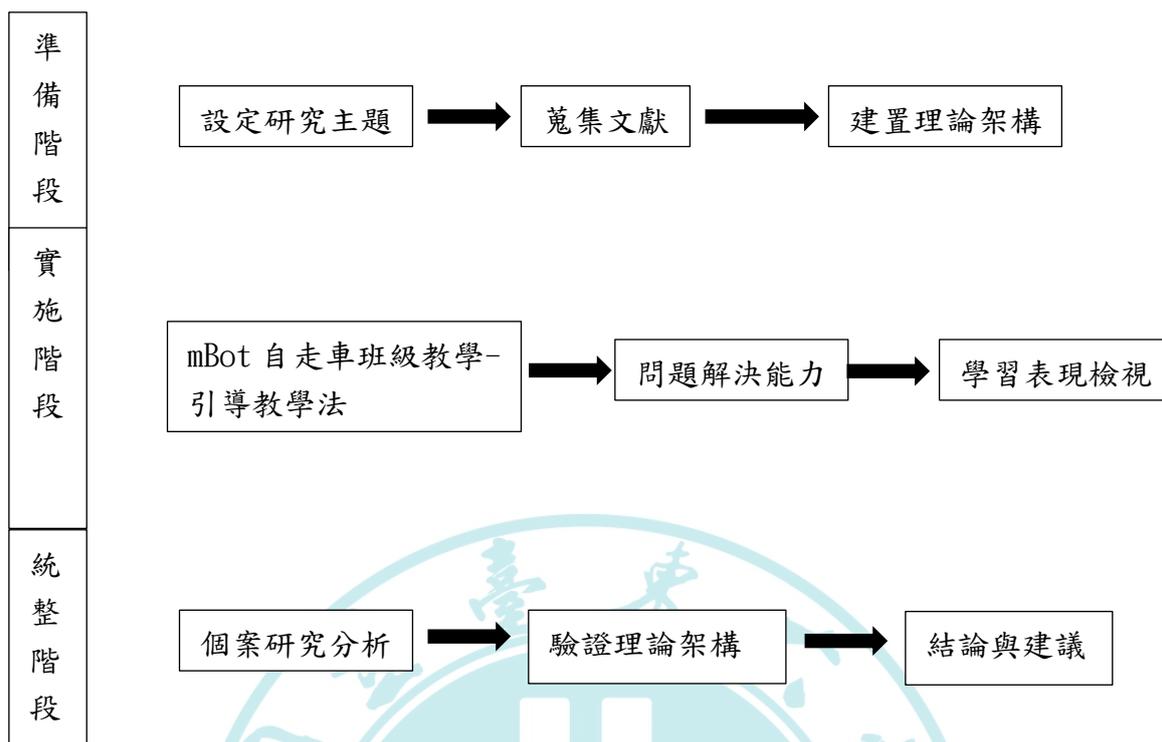


圖-10 三階段流程圖

第二節 研究對象

以五年級一班學生，二十五位學生進行教學，學生已於四年級，上過 Scratch 程式邏輯思考課程。學童們可從 mBot 自走車機器人教學中，學習到視覺化 mBlock 程式語言軟體，進行對 mBot 自走車之操控，在進行迷宮任務時進行討論，並將程式設計後存檔進行程式語言之比較分析，以瞭解學童們對於迷宮任務之進行如何將大問題，拆解成數個小問題以達成迷宮闖關任務之進行。

第三節 研究方法

學生透過在學習 mBot 自走車機器人中，會學習到比 Scratch 更進階的機器人邏輯程式語言，透過 LED 燈、聲音、馬達、循線感應器…等感測的機器人套件功能，來控制 mBot 自走車機器人，從實際的學習歷程中，培養學生解決問題的

能力，並讓學生透過討論與分享的態度來進行學習，讓學習不再只是比較，而是在快樂中學習。老師在講授程式語言積木的使用基礎概念後，讓學生有充分的時間來進行迷宮任務的過關，若學生在實際操作過程中，產生的迷思概念，研究者會再透過講述的方式來進行課程，給予學生鷹架，以幫助學生了解其迷思概念的地方，並對迷思概念進行問題的解決。研究者不用傳統的講述教學方式，以一個指令、一個步驟的方法來進行教學，而是在基礎教學後，學生能透過思考，確認迷宮問題方向後，擬定解決迷宮任務的程式撰寫，將大任務化解成多個區塊間小任務，逐一解決完成，進而達到提升學生的運算思維能力。分析五年級的學生，在使用引導式教學方法時，所呈現的問題解決能力或方法的呈現內容，在迷宮的過關程度上，進行學習表現的檢視。

第四節 課程內容介紹

本研究透過研究者於研究場域中進行一個高年級的班級教學，研究者於班級中，使用的教學方法主要為引導式教學法，講解 mBot 機器人的基礎邏輯程式編輯概念，並讓學生試著仿作程式，解決任務問題，接著，學生要試著從各個功能中摸索，並試著寫出這些程式，在看 mBot 機器人會依照學生寫的程式，有什麼回饋的結果。學生在四年級時，已經對於 Scratch 圖形化積木程式有一定的認知，在學習 mBot 機器人時，因也式圖形化的積木，學生能較為熟悉。研究者設計任務讓每位學生進行 mBot 機器人的過關任務，學生在進行任務時，可以透過同儕間的討論，亦可透過老師的教材內容，來進行任務。

第五節 資料蒐集分析與研究工具

本研究將用質性的方法來分析五年級學生在接受 mBot 機器人迷宮課程時，所撰寫的任務過關比例，研究者將蒐集到的資料進行整理和分析後，知其運算思

維的提升成效結果為何。並將學生的學習歷程記錄，透過學生的作業回饋及學習反應等多方資料整合，用以評估 Kirkpatrick 的第一層次：反應層次及的第二層次：學習層次。網路研究問卷的調查，用以評估學生的第一層次(反應)到第二層次(學習)，研究問卷包括 5 個單元：1. 學生個人基本資料；2. 相關學習經驗(研究問卷 D1-D5)；3. 教學方式(研究問卷 A1-A5)4. 教材設計(研究問卷 B1-B4)5. 知識獲得(研究問卷 C1-C5)。並採用李克特 (likert scale) 五尺度量表，對問項的同意程度由非常不同意(1)到非常同意(5)。第三層次(行為)則為老師設計一些迷宮問題，讓學習進行解題，並分析學生的解題方式。問卷設計如下：

一、第一層次(反應)問卷設計

(一)A 問項參考資料：教師教學行為與學生自我學習評鑑關係之研究(A1-A3)、合作學習法對提升國中八年級學生英語聽說能力及學習態度成效之研究(李克特五尺度量表)

1. A1 上課時教師會設法嘗試引起學生的學習動機。
2. A2 上課中教師會有效的引導、鼓勵同學提出問題。
3. A3 老師會視課程需要，選擇媒體(或器材)來輔助教學。
4. A4 老師用引導的方法教學，我能有比較多練習迷宮任務的時間。
5. A5 老師用講述的方式教學，讓我可以更快速的通過迷宮任務。

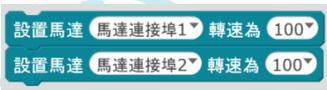
(二)B 問項參考資料：運用 Kirkpatrick 模式評估資訊法律課程在數位學習環境之學習成效(李克特五尺度量表)

1. B1 mBot 機器人教材內容的設計能引起我的學習動機及興趣。
2. B2 mBot 機器人教學流程的安排，由淺入深、循序漸進，合乎我的學習需求。

3. B3 mBot 機器人每個單元的迷宮、避障教材內容量適中且完整，不會讓我學習感到負荷過重。
4. B4 教師提供 mBot 機器人相關補充教材與資源，讓我在學習時，能更有效的通過迷宮、障礙任務。

二、第二層次(學習)問卷設計

(一)C 問項為迷宮中學習到的內容(李克特五尺度量表)

- 
- The screenshot shows the mBot software interface. On the left, there is a control panel with a '前進' (Forward) button and a '轉速為 0' (Speed 0) dropdown menu. On the right, there are two motor configuration panels. The top one is labeled '設置馬達 馬達連接埠1' (Set Motor Motor Port 1) with a '轉速為 100' (Speed 100) dropdown. The bottom one is labeled '設置馬達 馬達連接埠2' (Set Motor Motor Port 2) with a '轉速為 100' (Speed 100) dropdown.
1. C1 我覺得  比  的設定簡單。
 2. C2 在執行迷宮任務時，放入控制和運算的指令，可以幫助我更有效的通過迷宮任務。
 3. C3 較複雜的迷宮地形，可以讓我思考得更多，也更有挑戰性。
 4. C4 遇到困難的任務時，我會嘗試解決問題，並完成它。
 5. C5 每一單元之前的迷宮任務，可以幫助我通過之後更難的迷宮單元。

(二)D 問項為機器人課程中學習成果(開放式問題)，D 問項參考資料：國小學童程式運算思維能力分析：以 mBot 機器人為例。

1. D1 從 mBot 機器人課程中你學到什麼？
2. D2 mBot 機器人課程是否增進你的問題思考能力？
3. D3 mBot 機器人課程是否增進你的程式設計能力？
4. D4 在 mBot 機器人學習過程中，你遇到困難，會如何解決？
5. D5 程式語言的學習成效並不會立刻被看見，但在現今社會中，各個國家都在推行程式語言教育，你認為為什麼要將程式語言的課程下推到小學階段實施？

第四章 資料分析結果與討論

本章節依據五年級班級，使用引導式的教學方法，進行相同個人任務，及課程結束後，進行問卷的訪談資料，進行整理及分析。本章節共分四小節，第一節為國小五年級班級的過關任務能力分析、第二節為五年級學生運算思維之間的差異、第三節為五年級學生在執行任務時，所遇到的困難及解決的方式如何、第四節為研究討論與發現。分小節敘述如下。

第一節 國小五年級班級的過關任務能力分析

五年級學生在經過引導式的教學方法後，所完成的任務過關程式，進而分析學生是否可以達到各個任務所要的思維架構，參考並修正由 Bers, Flannery, Kazakoff & Sullivan (2014) 所設計之李克特式量表方式，來表示學生完成的程式結果呈現，並統整學生的任務過關結果，來了解其運算思維能力。

一、過關任務一：S 形障礙物

- (一)任務：mBot 機器人可以避開前方障礙物，走 S 形的方式到達終點，在行進時，可以是紅線或黃線的走法。學生人數為 25 人，因程式數量過多，列出大部分學生所撰寫之程式為主。

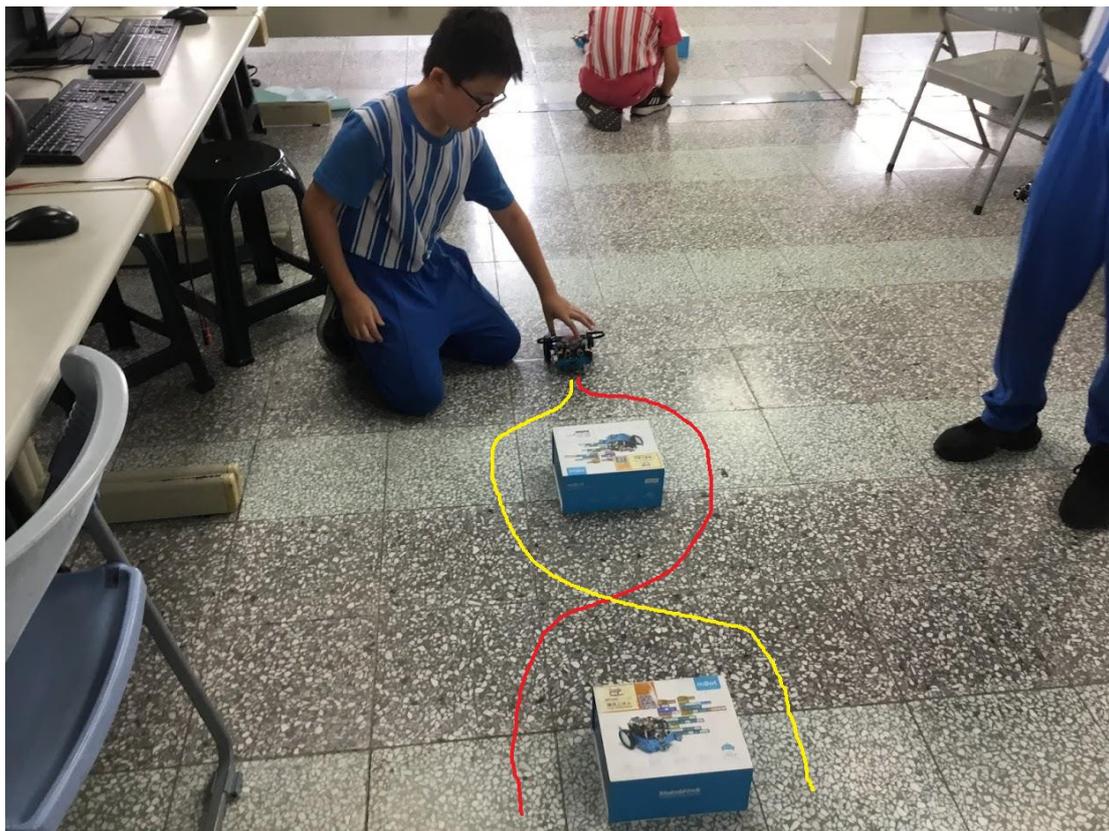


圖-11 S形障礙物

1. S形障礙物程式 1

這類寫法的程式，主要是學生沒有實際讓車子在地上行走，而認為這樣的程式就已經足夠走出 S 形。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為 1 人。



圖-12 S形障礙物程式 1

2. S形障礙物程式 2

這類寫法的程式，主要是學生先寫出相同的秒數，再讓 mBot 自走車機器人

透過實際的行走時，逐漸更改提升或降低其行走速度的轉速。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為 12 人。

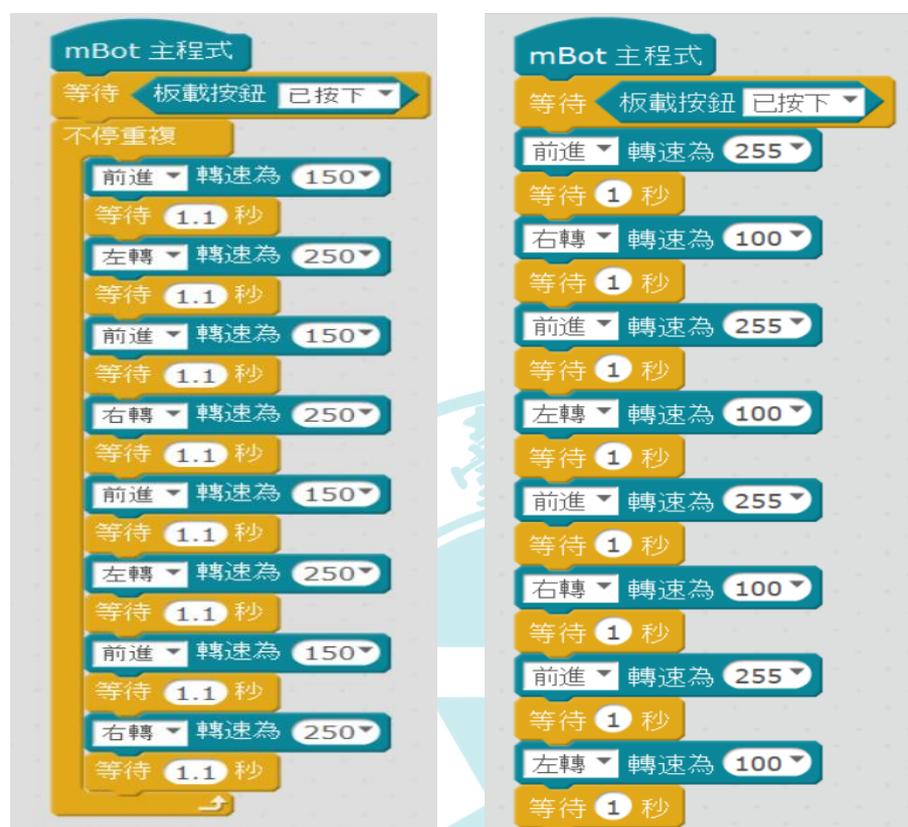


圖-13 S形障礙物程式 2

3. S形障礙物程式 3

這類寫法的程式，主要是學生先寫出想要設定的速度，再讓 mBot 自走車機器人透過實際的行走時，逐漸更改提升或降低其行走速度的轉速，也有可能是修改車子行進時的時間長短，來達到可以走 S 形。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為 9 人。



圖-14 S形障礙物程式 3

4. S形障礙物程式 4

這類寫法的程式，主要是學生一開始寫出能走出 S 形的程式，但在 mBot 機器人實際走完後，逐漸修改程式，卻開始添加多餘或錯誤的方向程式，導致車子會越走越奇怪，也有可能是程式轉速的移動堆加，忘記放入執行的時間長短，導致車子走一半就卡住不會動。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為 3 人。

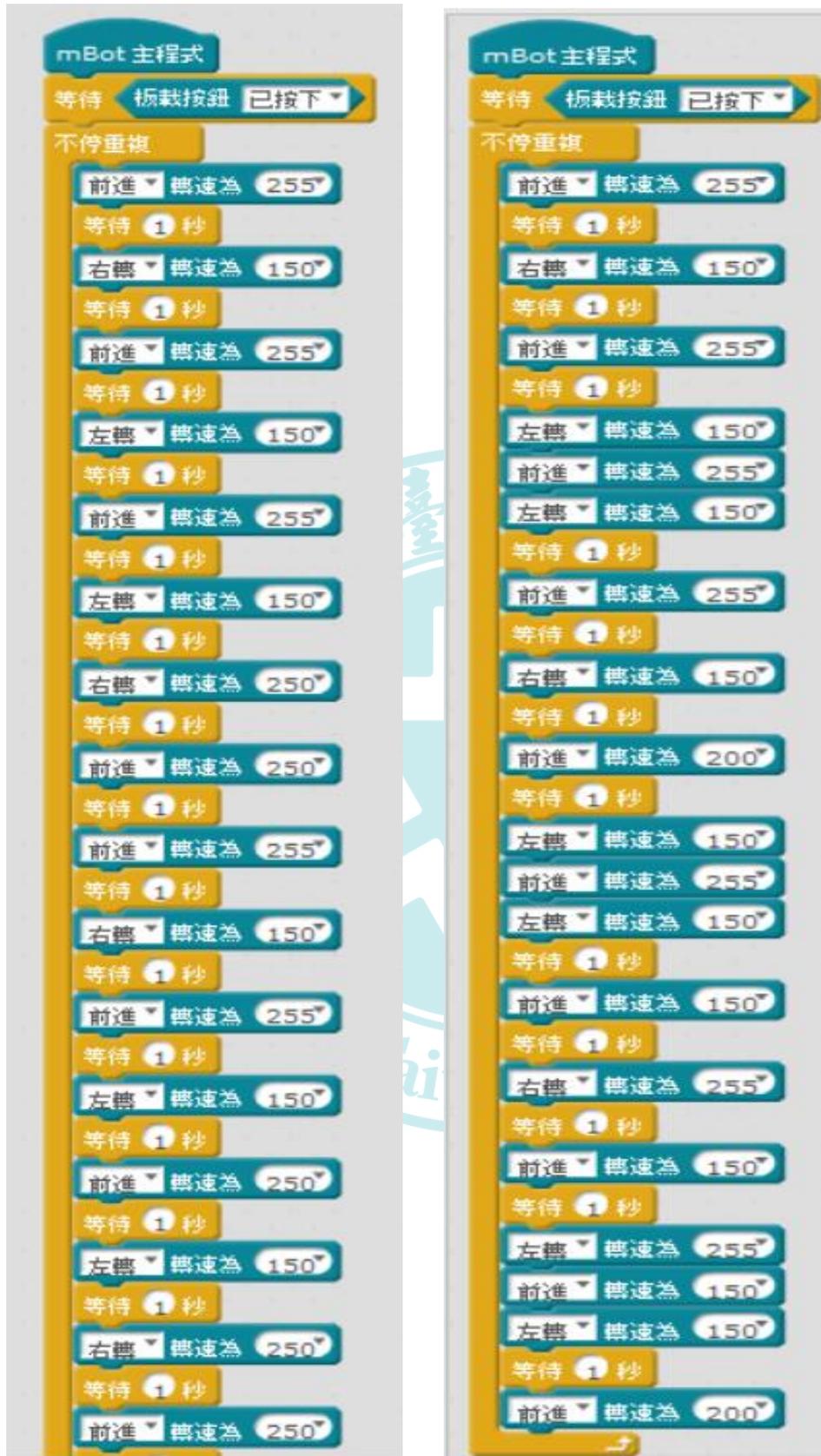


圖-15 S形障礙物程式 4

二、過關任務二：冂形障礙物

(一)任務為 mbot 機器人可以向前進，遇到前方有障礙物時，可以再走回一開始進去的入口(紅色箭頭進去，藍色箭頭出來)。學生人數為 25 人，因程式數量過多，列出大部分學生所撰寫之程式為主。

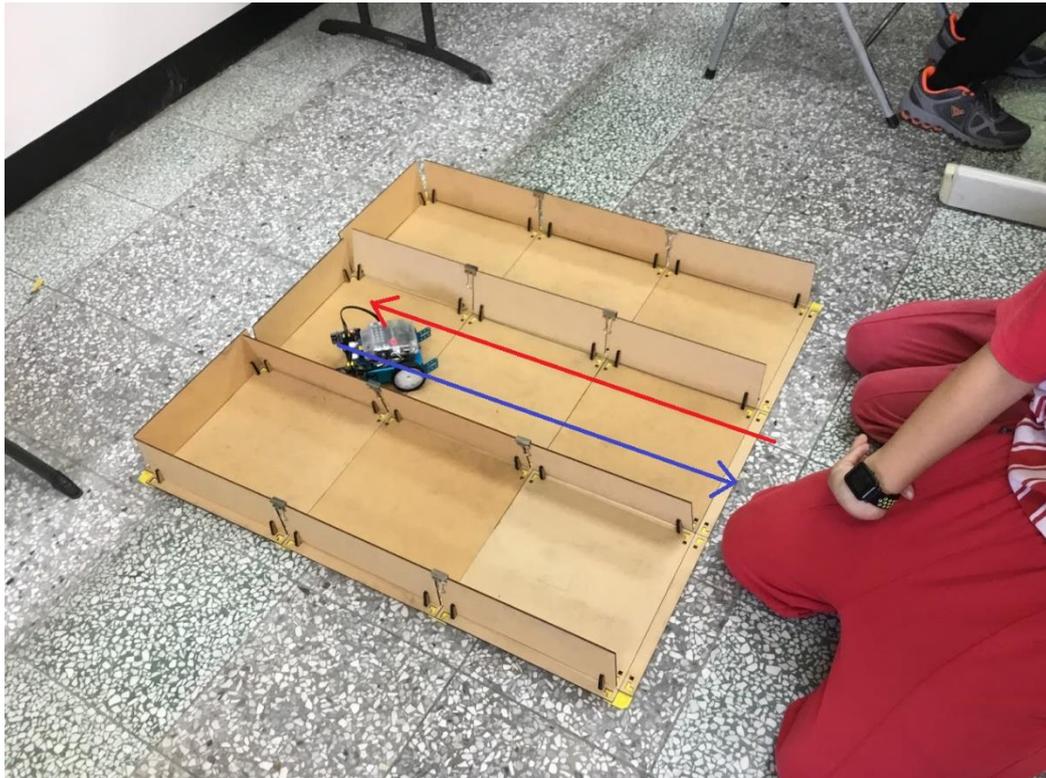


圖-16 冂形迷宮

1. 冂形障礙物程式 1

這類寫法的程式，主要是學生讓車子實際在冂形迷宮裡行走，快碰到障礙物的時候，車子後退出來。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為 10 人。這類程式優點是比較容易編寫，不用有太多的思考；缺點是車子要實際行走，如果迷宮的道路增長或縮短，車子就不一定可以使用這個程式過關。



圖-17 冂形障礙物程式 1

2. 冂形障礙物程式 2

這類寫法的程式，主要是學生讓車子實際在冂形迷宮裡行走，一開始先前進，如果當前方超音波眼睛看到障礙物，且小於一定公分時，車子要倒退出來。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為 4 人。這類程式的優點是當遇到前方有障礙物時，才後退出來，可以適用在任何不同長度的冂形迷宮道路，但缺點是後退一段距離後，又會再向前進，造成車子只會前前後後的移動。

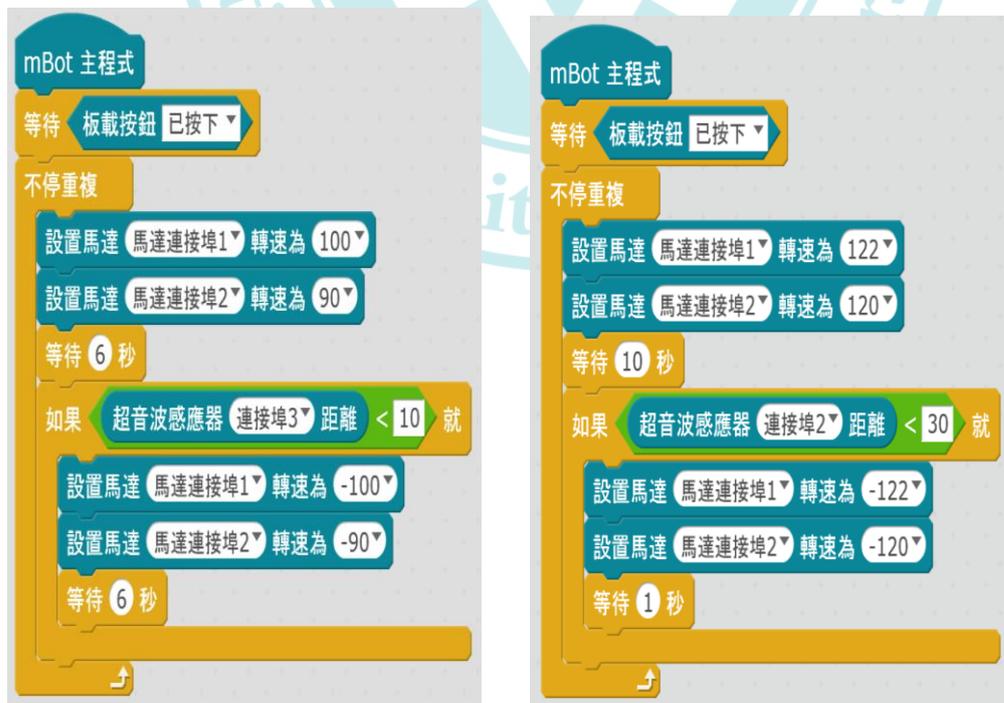


圖-18 冂形障礙物程式 2

3. 冂形障礙物程式 3

這類寫法的程式，主要是學生先讓車子前進一定的距離，當前方超音波眼睛看到障礙物時，車子要一直倒退出來。這類的寫法很特別，研究者一開始並沒有想到這種程式積木的寫法。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為 3 人。

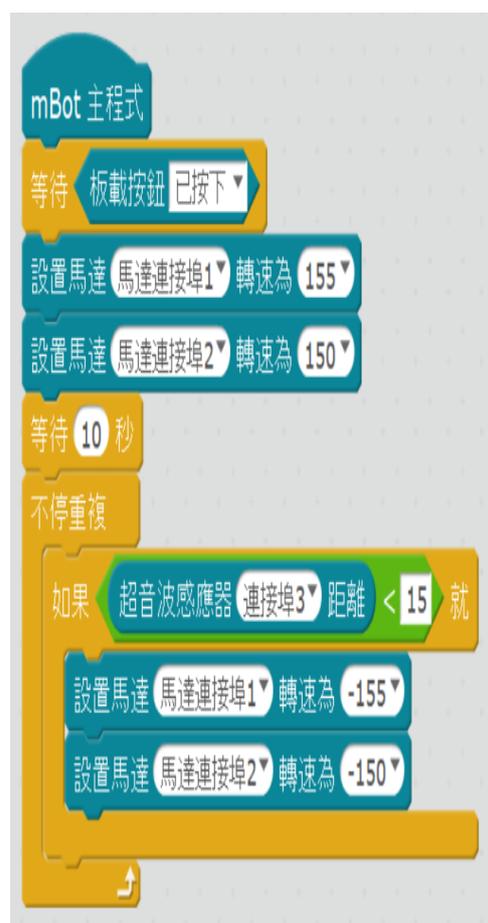


圖-19 冂形障礙物程式 3

4. 冂形障礙物程式 4

這類寫法的程式，車子一開始前進，直到前面的超音波看到障礙物時，原地迴轉一圈後，再往回走。這類程式積木的寫法，比直接後退的寫法稍微難一些些，學生要能思考到一輪前進、另一輪後退時，才能達到原地轉圈。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為 4 人。

```

mBot 主程式
等待 板載按鈕 已按下
不停重複
  設置馬達 馬達連接埠1 轉速為 117
  設置馬達 馬達連接埠2 轉速為 134
  如果 超音波感應器 連接埠2 距離 < 10 就
    設置馬達 馬達連接埠1 轉速為 110
    設置馬達 馬達連接埠2 轉速為 -121
    等待 1 秒

```

圖-20 ㄇ形障礙物程式 4

5. ㄇ形障礙物程式 5

這類寫法的程式，主要是學生多寫了無用的程式積木，但不會影響車子的行走。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為 4 人。

```

mBot 主程式
不停重複
  等待 板載按鈕 已按下
  設置馬達 馬達連接埠1 轉速為 121
  設置馬達 馬達連接埠2 轉速為 120
  等待 1 秒
  設置馬達 馬達連接埠1 轉速為 121
  設置馬達 馬達連接埠2 轉速為 120
  如果 超音波感應器 連接埠2 距離 < 20 就
    設置馬達 馬達連接埠1 轉速為 -121
    設置馬達 馬達連接埠2 轉速為 -120
    等待 1 秒

mBot 主程式
不停重複
  等待 板載按鈕 已按下
  設置馬達 馬達連接埠1 轉速為 100
  設置馬達 馬達連接埠2 轉速為 90
  等待 7 秒
  如果 超音波感應器 連接埠3 距離 < 15 就
    設置馬達 馬達連接埠1 轉速為 -100
    設置馬達 馬達連接埠2 轉速為 -90
    等待 13 秒
  設置馬達 馬達連接埠1 轉速為 -100
  設置馬達 馬達連接埠2 轉速為 -90
  等待 3 秒

```

圖-21 ㄇ形障礙物程式 5

三、過關任務三：H 形障礙物

(一)任務三：mBot 機器人可以向前進，遇到前方有障礙物時，可以迴轉，遇到旁邊有路時，可以彎國去，即算過關。(橘色為 H 迷宮地圖，四個角落的紅色箭頭皆可出發，遇到旁邊有大空格路的時候，要有藍色箭頭的轉彎方向。)

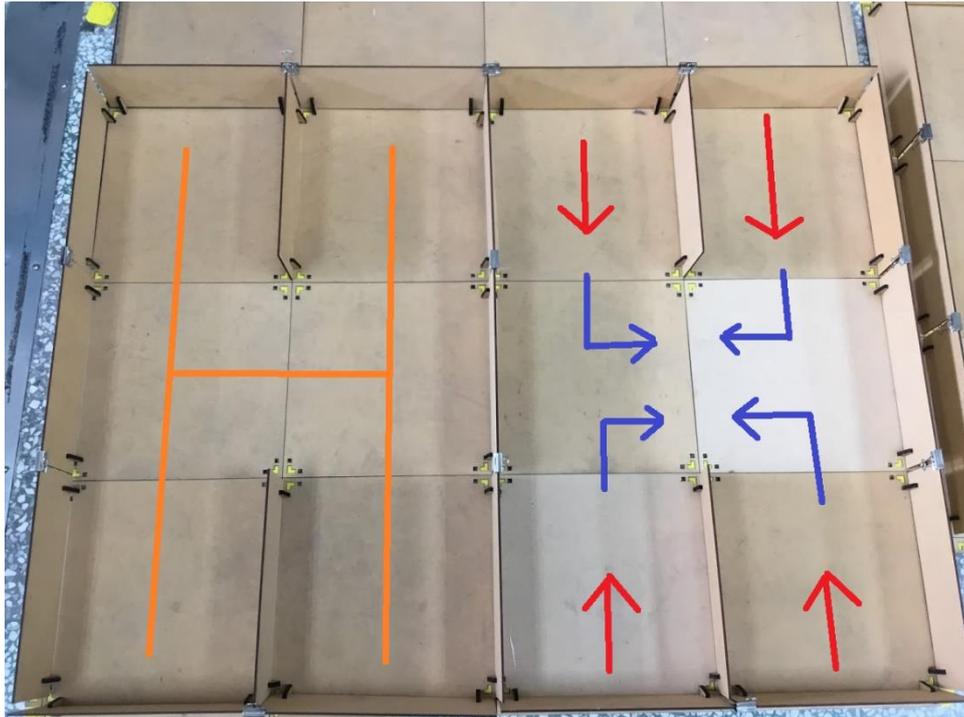


圖-22 H 形迷宮

1. H 形障礙物程式 1

這類寫法的程式，一開始先讓車子向前進，當車子的超音波看到左方或右方有路時，要一輪向前行、一輪向後行，就會原地轉彎，並且再向前進，遇到前方有障礙物時，也會原地迴轉。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為 5 人。

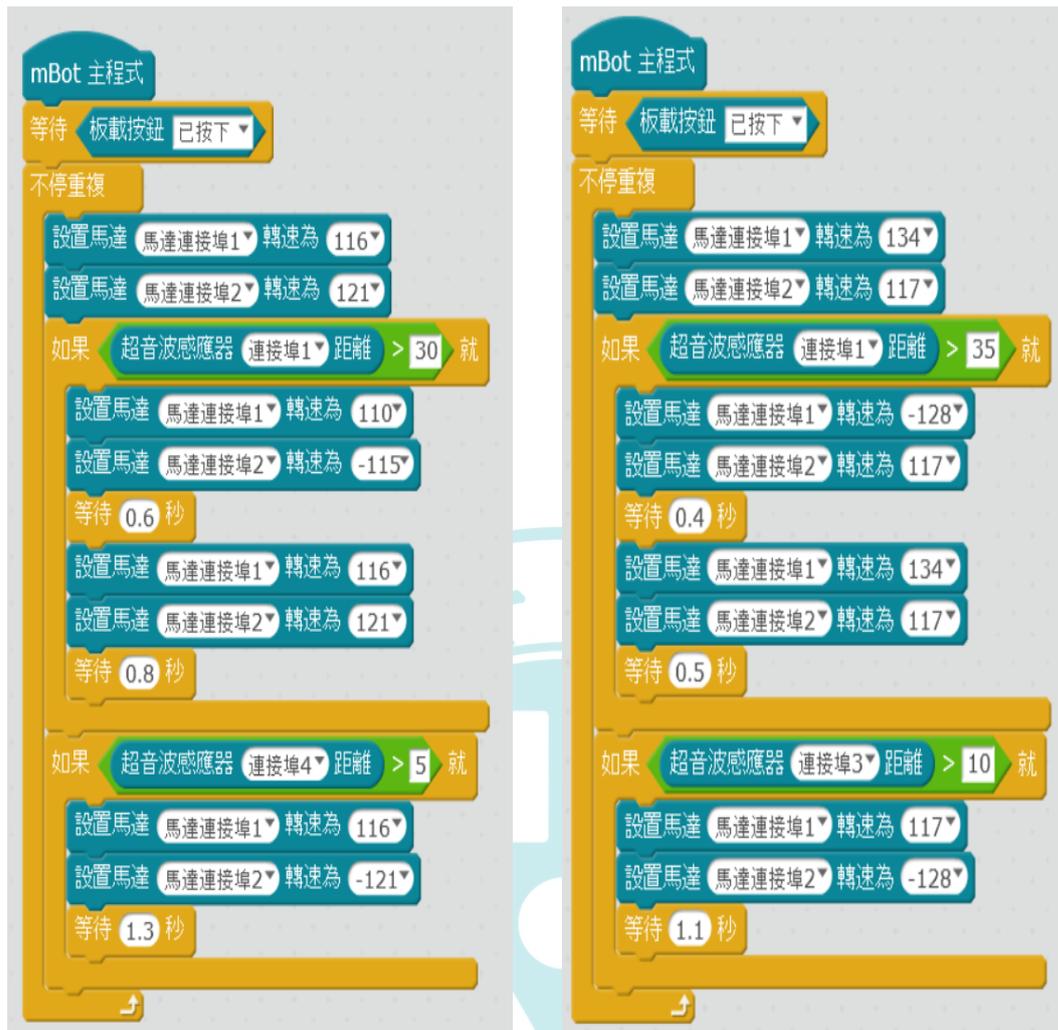


圖-23 H形障礙物程式 1

2. H形障礙物程式 2

這類寫法的程式，一開始先讓車子向前進，當車子的超音波看到左方或右方有路時，其中一輪轉速為 0、另一輪有一定轉速，就會大幅度轉彎，遇到前方有障礙物時，也會原地迴轉。這類程式如果在轉彎時，幅度沒有大到可以到凹槽，可能會讓車子的左、右方眼睛看到路，就可能會撞到牆壁，或車子無法走過 H 迷宮的中間路口。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為 4 人。



圖-24 H形障礙物程式 2

3. H形障礙物程式 3

這類寫法的程式，一開始先讓車子向前進，當車子的超音波看到左方或右方有路時，車子繼續前進一些，接著車子一輪轉速為正向(向前轉)，另一輪轉速為負向(向後轉)，可能轉進凹槽後，車子再後退行走一些距離，接著再轉可能大於90度的角度後，繼續向前行走，當遇到前方有障礙物時，也會原地迴轉。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為3人。



圖-25 H形障礙物程式 3

4. H形障礙物程式 4

這類寫法的程式，主要是學生寫了錯誤的程式積木。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數為 13 人。

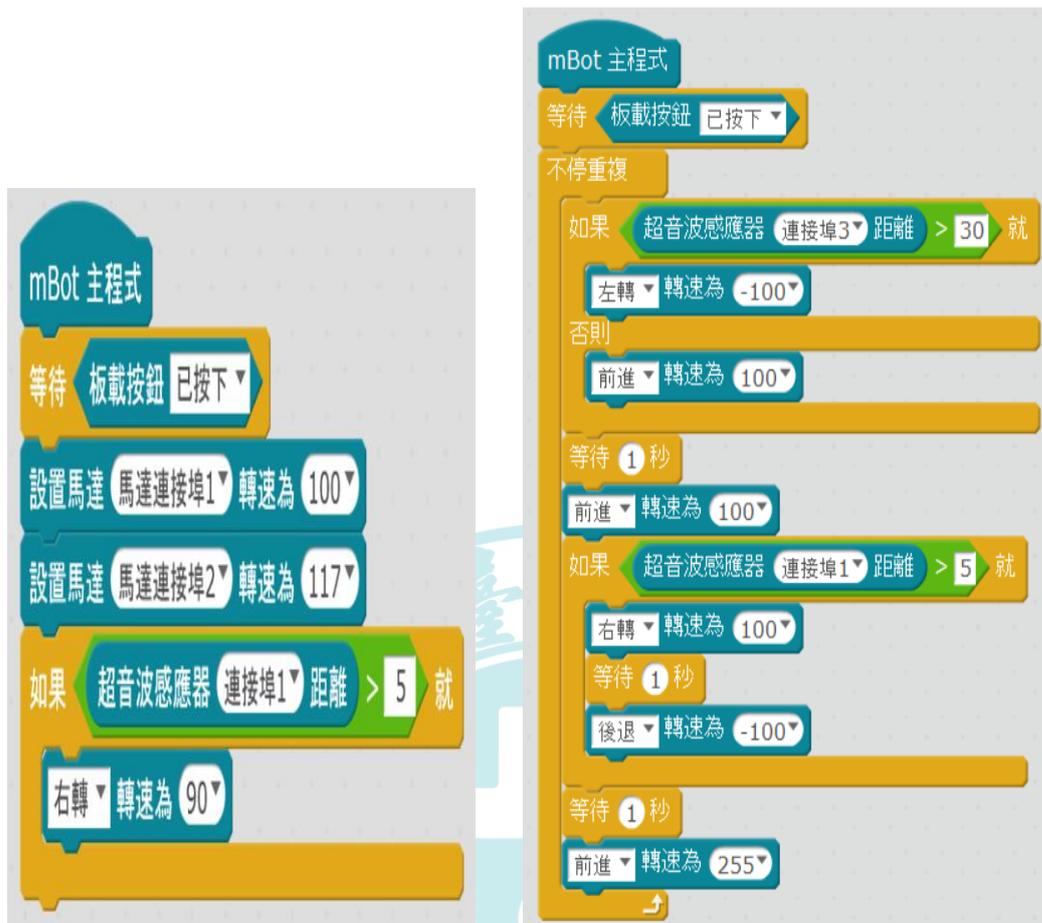


圖-26 H形障礙物程式 4

四、針對三種迷宮地圖結論(S 形狀、□形狀、H 形狀)

(一)S 形狀

在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數分別為：1. S 形狀程式 1：1 人；S 形狀程式 2：12 人；S 形狀程式 3：9 人；S 形狀錯誤程式 4：3 人。引導式教學方法的班級過關人數與一般常見直接講述教學方法過關的人數差不多，有 3 人未過關。

(二)□形狀

引導方式教學的班級各種程式寫法人數，過關方式略有不同，但如果不考慮過關程式難易度，程式撰寫間的人數差異不大。如果考慮難易度，較難程式寫法的學生比較少。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數分

別為：1. □形狀程式 1：10 人；□形狀程式 2：4 人；□形狀程式 3：3 人；
□形狀錯誤程式 4：4 人；□形狀錯誤程式 5：4 人。總計過關人數，引導
方式教學的班級人數為 21 人，有 4 人未過關。

(三)H 形狀

引導方式教學的班級各種程式寫法人數，過關方式有部分不同，學生
撰寫正確程式的過關人數較少，錯誤程式的人數較多，但有些程式撰寫方
式較特別。在引導方式的教學後，撰寫此類學生人數分別為：1.H 形狀程
式 1：5 人；H 形狀程式 2：4 人；H 形狀程式 3：3 人；H 形狀錯誤程式 4：
13 人。總計過關人數，引導方式教學的班級人數為 12 人，有 13 人未過
關。

第二節 五年級學生運算思維之間的差異

引導式教學方法的班級在各種不同類型的迷宮地圖，學生的程式寫法較不固
定，有的地圖過關率高，有的地圖過關率低。學生需要花較多的時間在思考上，
並要實際讓 mBot 自走車機器人去走很多次，嘗試錯誤撞到牆壁後，逐漸修改程
式，讓 mBot 自走車機器人能盡量達到老師設定的迷宮任務。如果，是一般的講
述課程方式，學生的程式寫法較固定，比較不會有特別的寫法，過關率就會較高。
學生在思考上，不需要花太多的時間，實際去操作 mBot 自走車機器人，並逐漸
以遇到的問題來修正 mBot 自走車機器人的程式。

第三節 學生在執行任務時，遇到的困難及解決方式

學生在遇到困難時，都會以實際去操作 mBot 自走車機器人，讓 mBot 自走車
機器人行走後，再修改程式，引導方式教學的班級，知道老師只會從旁協助引導
遇到迷宮困難時，該如何解決，而不會給出確切的答案，或可以朝什麼方向編寫

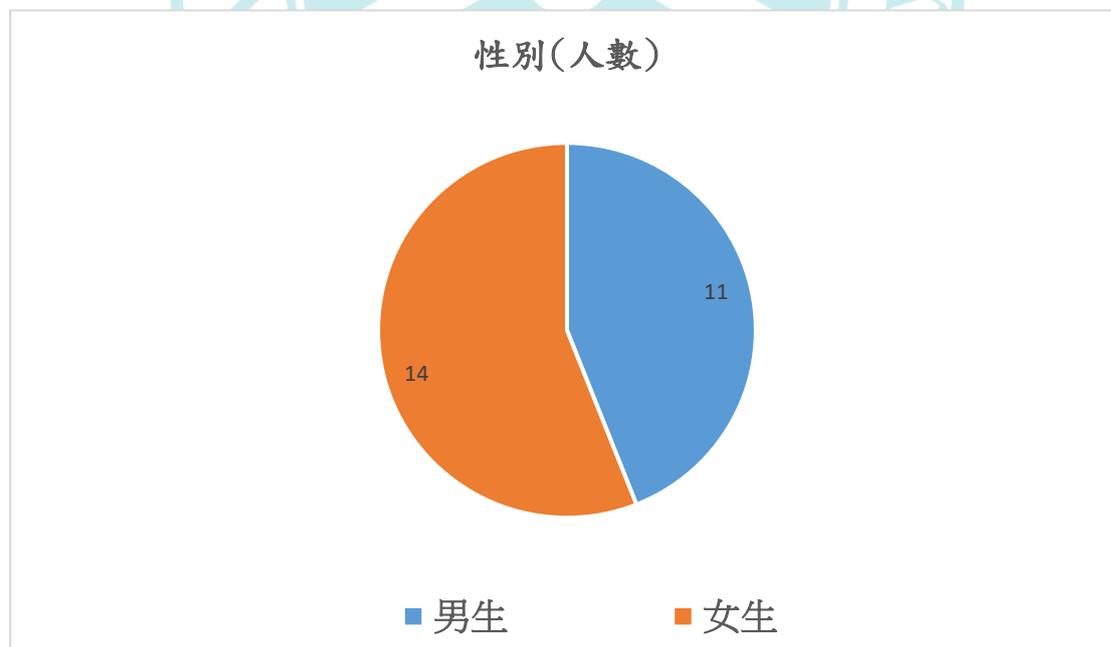
程式，比較願意自己去多次嘗試錯誤。其中，女生會比較有耐心的多次嘗試錯誤程式後，再行修正，可能跟個性或學習背景有關。

第四節 Kirkpatrick 的問卷結果與分析

依據 Kirkpatrick 理論所設計問卷，藉由網路研究問卷，進行班級調查，用以評估學生的第一層次(反應)到第二層次(學習)，研究問卷包括 5 個單元：1. 學生個人基本資料；2. 相關學習經驗(研究問卷 D1-D5)；3. 教學方式(研究問卷 A1-A6)4. 教材設計(研究問卷 B1-B4)5. 知識獲得(研究問卷 C1-C5)。除開放式問題之外，其餘問題提項，採用李克特 (likert scale) 五尺度量表，對問項的同意程度由非常不同意(1)到非常同意(5)。

一、學生個人基本資料

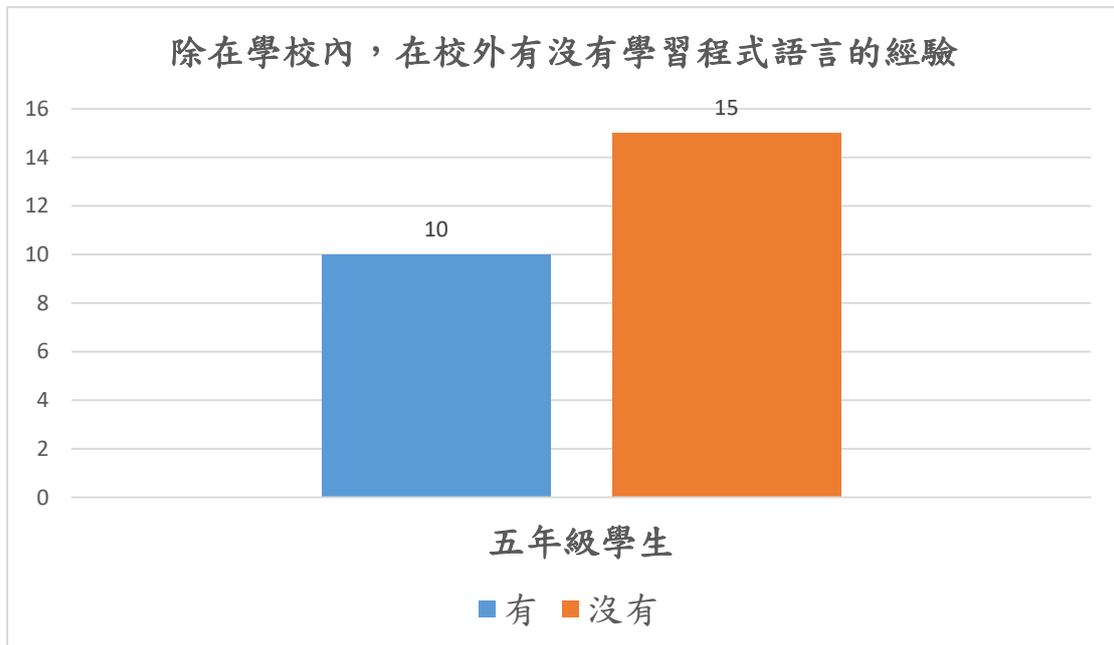
五年級學生性別人數：男生 11 人，女生 14 人。



圖表-1 性別人數

三、除了在學校內，在校外也有學習程式語言的經驗嗎？

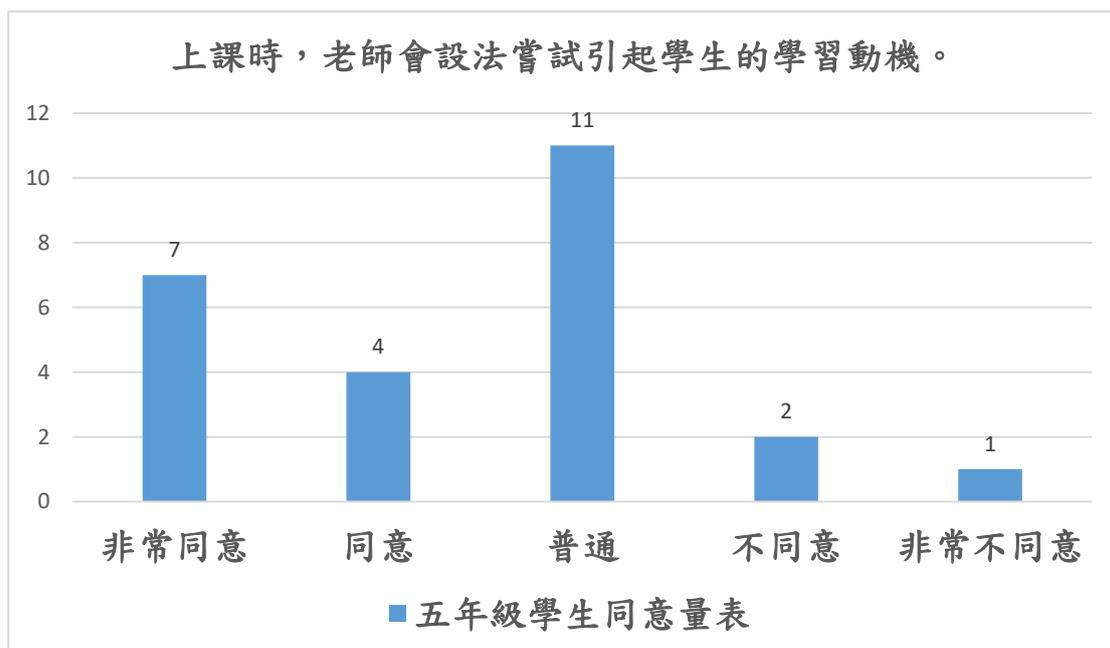
五年級學生在校外，有學習程式語言經驗的人數為 10 人，沒有學習程式語言經驗的人數為 15 人。



圖表-2 除了在學校內，在校外也有學習程式語言的經驗

三、上課時，老師會設法嘗試引起學生的學習動機。

五年級學生在對於老師上課會設法嘗試引起學生的學習動機同意量表內，非常同意有 7 人、同意有 4 人、普通有 11 人、不同意有 2 人、非常不同意有 1 人，大部分學生在量表位置為普通，從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，正向同意的人數較多。

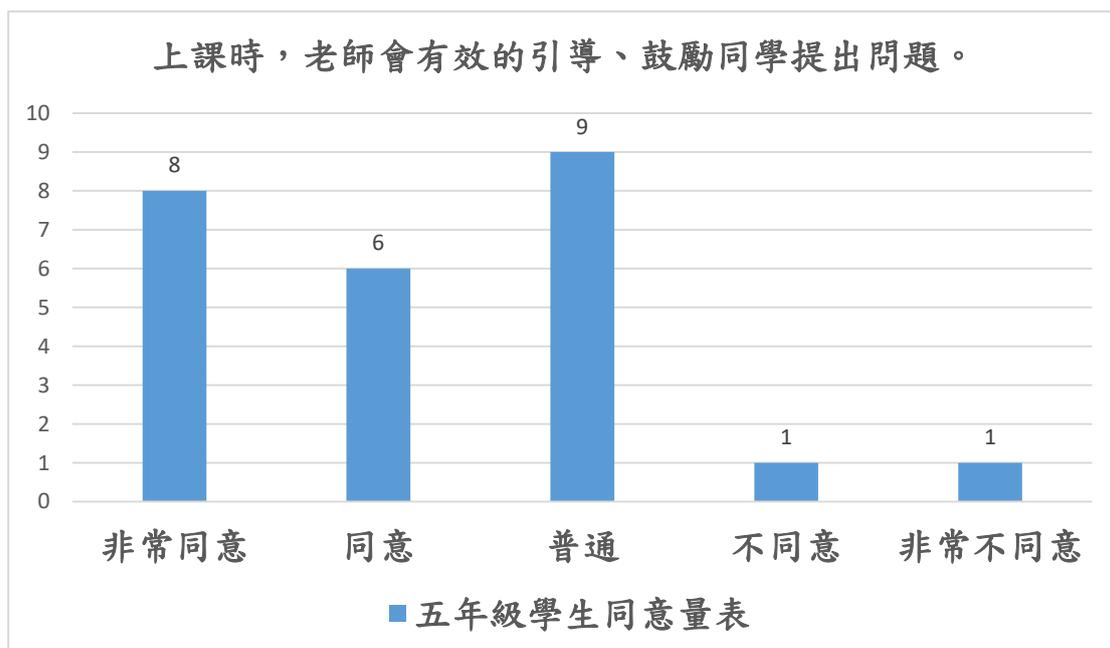


圖表-3 上課時，老師會設法嘗試引起學生的學習動機

從量表統計中，能發現老師在教學時，能引起大部分學生的學習動機，而部分學生可能覺得老師的引起動機仍稍嫌不足，不能引發學生學習興趣。

四、上課中，老師會有效的引導、鼓勵同學提出問題。

五年級學生在對於老師上課時，會有效的引導、鼓勵同學提出問題同意量表內，非常同意有 8 人、同意有 6 人、普通有 9 人、不同意有 1 人、非常不同意有 1 人，大部分學生在量表的位置為普通，從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，正向同意的人數多於非常不同意及不同意的人數 12 人。

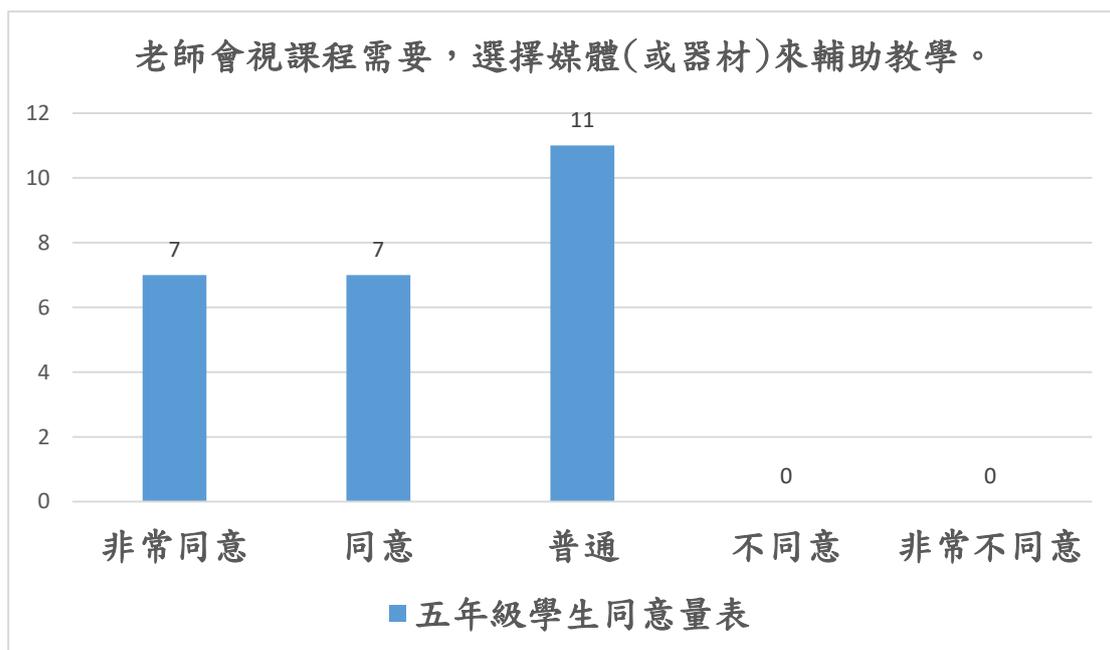


圖表-4 上課中，老師會有效的引導、鼓勵同學提出問題

從量表統計中，能發現老師在教學時，老師會有效的引導、鼓勵同學提出問題，且非常同意的人數、同意的人數都多於非常不同意的人數、不同意的人數。

五、老師會視課程需要，選擇媒體(或器材)來輔助教學。

五年級學生在對於老師上課時，會視課程需要，選擇媒體(或器材)來輔助教學同意量表內，非常同意有 7 人、同意有 7 人、普通有 11 人、不同意有 0 人、非常不同意有 0 人，大部分學生在量表的位置為普通、同意及不同意，從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，正向同意的人數多於非常不同意及不同意的人數 14 人。

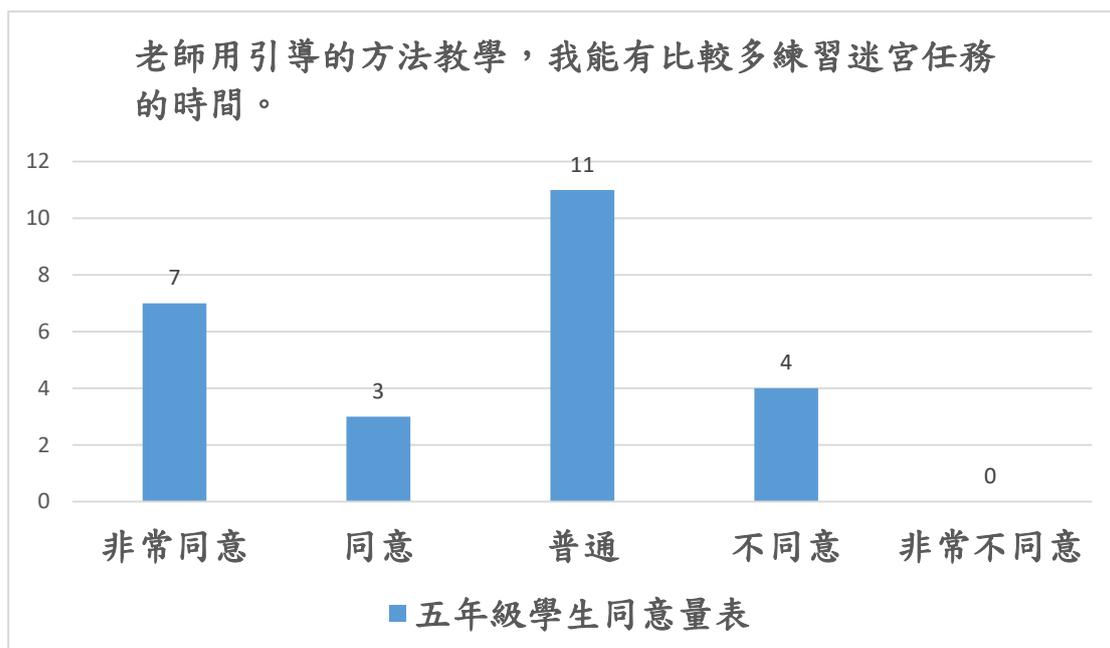


圖表-5 老師會視課程需要，選擇媒體來輔助教學

從量表統計中，能發現老師上課時，會視課程需要，選擇媒體(或器材)來輔助教學，且非常同意的人數、同意的人數都多於非常不同意的人數、不同意的人數。

六、老師用引導的方法教學，我能有比較多練習迷宮任務的時間。

五年級學生在對於老師用引導的方法教學，學生能有比較多練習迷宮任務的時間同意量表內，非常同意有 7 人、同意有 3 人、普通有 11 人、不同意有 4 人、非常不同意有 0 人，大部分學生在量表的位置為普通及非常同意，從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，正向同意的人數多於非常不同意及不同意的人數 6 人。

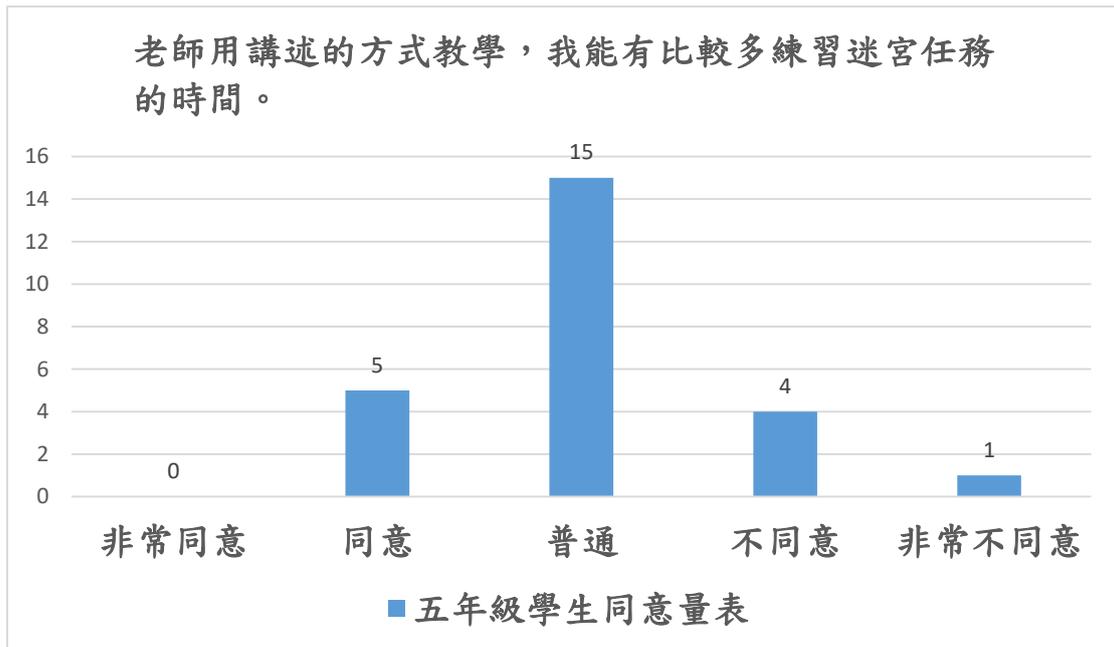


圖表-6 用引導的方法教學，能有比較多練習迷宮任務的時間

從量表統計中，能發現老師用引導的方法教學，學生能有比較多練習迷宮任務的時間，且非常同意的人數、同意的人數都多於非常不同意的人數、不同意的人數。

六、老師用講述的方式教學，讓我可以更快速的通過迷宮任務。

五年級學生在對於老師用講述的方式教學，學生能有比較多練習迷宮任務的時間同意量表內，非常同意有 0 人、同意有 5 人、普通有 15 人、不同意有 4 人、非常不同意有 1 人，大部分學生在量表的位置為普通、同意及不同意，從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，兩者人數相同。另與引導式教學的方式比較後，發現學生傾向老師用引導的方式教學，學生能有比較多練習迷宮任務的時間。

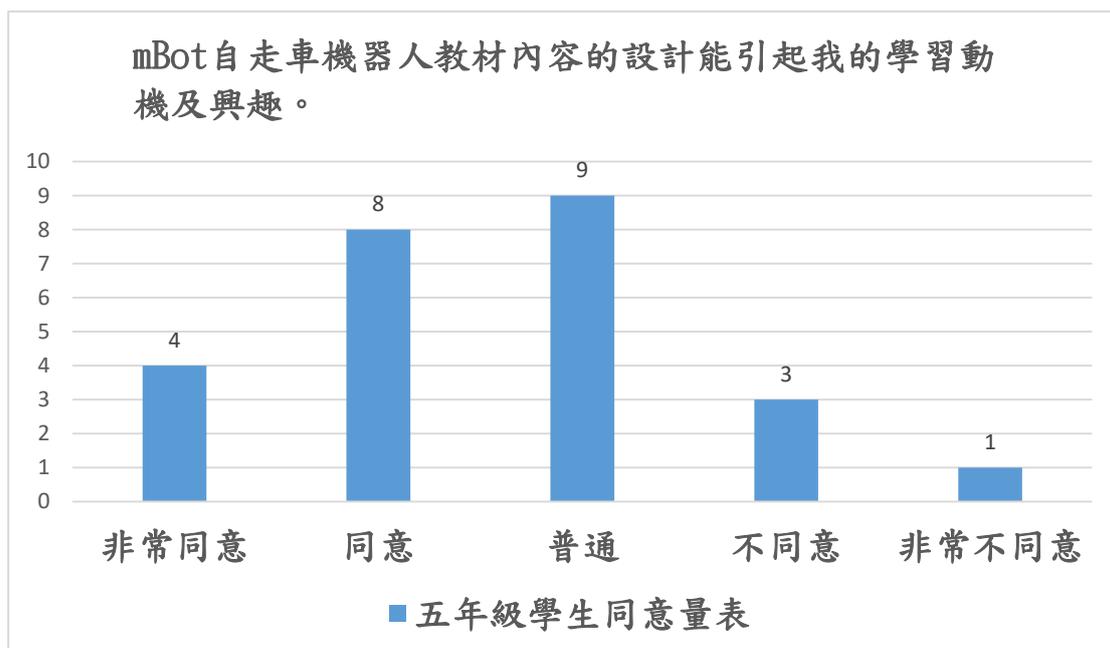


圖表-7 用講述的方式教學，可以更快速的通過迷宮任務

從量表統計中，能發現老師用講述的方法教學，學生從量表中，也覺得能有比較多練習迷宮任務的時間，但其中與引導式的教學問項比較後，兩種教學方法的班級，都傾向引導式的教學法，更能讓學生有比較多練習迷宮任務的時間。

七、mBot 自走車機器人教材內容的設計能引起我的學習動機及興趣。

五年級學生在對於 mBot 自走車機器人教材內容的設計能引起學生的學習動機及興趣同意量表內，非常同意有 4 人、同意有 8 人、普通有 9 人、不同意有 3 人、非常不同意有 1 人，大部分學生在量表的位置為普通、同意、非常同意及不同意，從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，正向同意的人數多於非常不同意及不同意的人數 8 人。

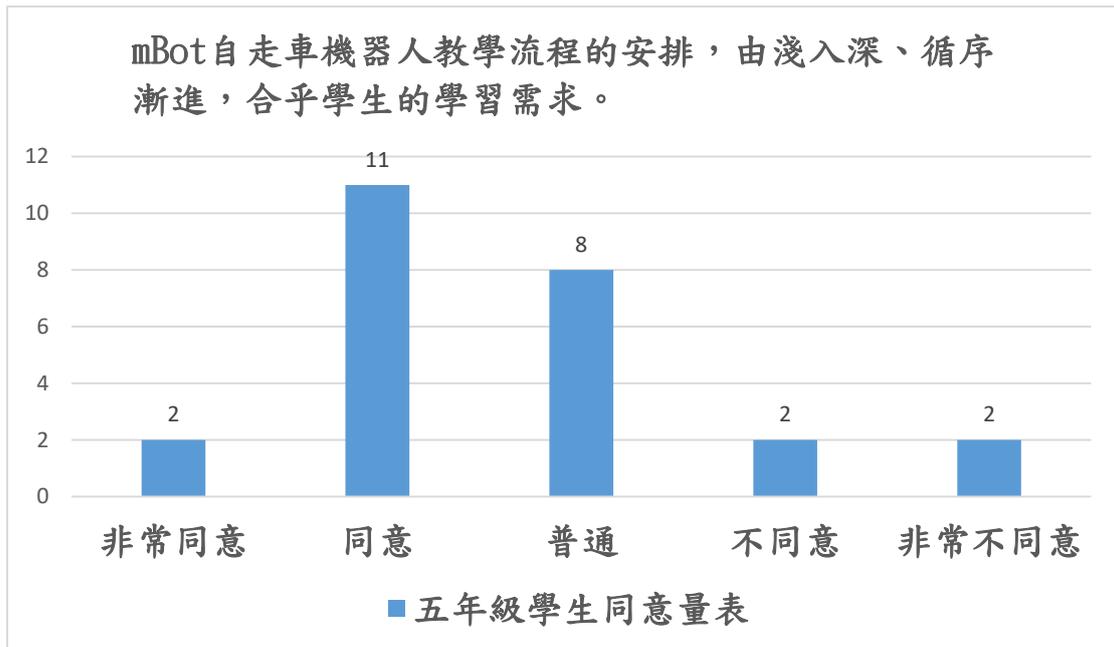


圖表-8 教材內容的設計能引起學生的學習動機及興趣

從量表統計中，發現 mBot 自走車機器人教材內容的設計能引起學生的學習動機及興趣，非常同意的人數、同意的人數都多於非常不同意的人數、不同意的人數。表示 mBot 自走車機器人教材內容的設計能引起學生的學習動機及興趣呈正向回饋。

八、mBot 自走車機器人教學流程的安排，由淺入深、循序漸進，合乎學生的學習需求。

五年級學生在對於 mBot 自走車機器人教學流程的安排，由淺入深、循序漸進，合乎學生的學習需求同意量表內，非常同意有 2 人、同意有 11 人、普通有 8 人、不同意有 2 人、非常不同意有 2 人，大部分學生在量表的位置為普通及同意，從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，正向同意的人數多於非常不同意及不同意的人數 9 人。

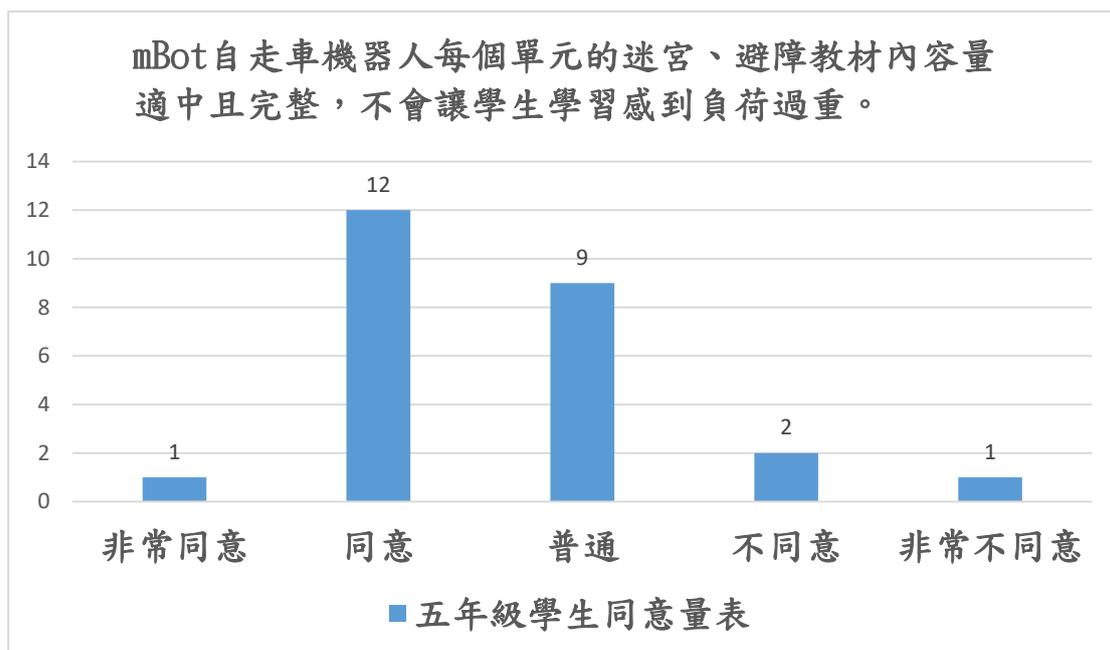


圖表-9 教學流程的安排，能合乎學生的學習需求

從量表統計中，發現 mBot 自走車機器人教學流程的安排，由淺入深、循序漸進，合乎學生的學習需求，非常同意的人數、同意的人數都多於非常不同意的人數、不同意的人數。表示 mBot 自走車機器人教學流程的安排，由淺入深、循序漸進，合乎學生的學習需求呈正向回饋。

九、mBot 自走車機器人每個單元的迷宮、避障教材內容量適中且完整，不會讓學生學習感到負荷過重。

五年級學生在對於 mBot 自走車機器人每個單元的迷宮、避障教材內容量適中且完整，不會讓學生學習感到負荷過重同意量表內，非常同意有 1 人、同意有 12 人、普通有 9 人、不同意有 2 人、非常不同意有 1 人，大部分學生在量表的位置為普通及同意。從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，正向同意的人數多於非常不同意及不同意的人數 10 人。

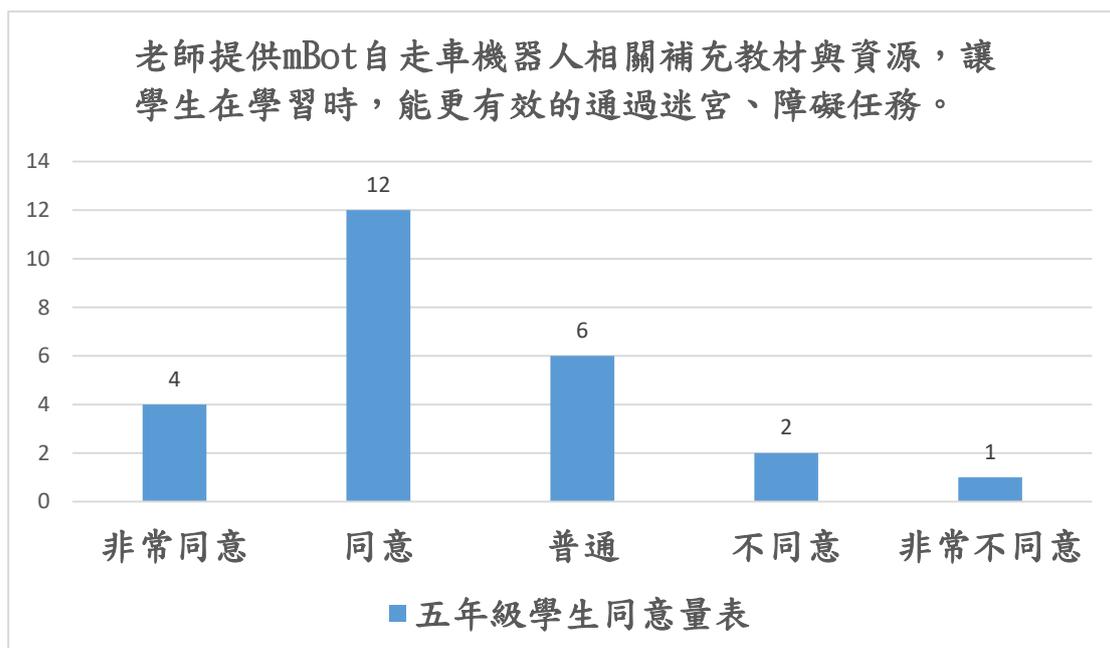


圖表-10 教材內容適中，不會讓學生學習感到負荷過重

從量表統計中，發現對於 mBot 自走車機器人每個單元的迷宮、避障教材內容量適中且完整，不會讓學生學習感到負荷過重，非常同意的人數、同意的人數都多於非常不同意的人數、不同意的人數。表示 mBot 自走車機器人每個單元的迷宮任務，不會讓學生學習感到負荷過重，可以依循教學步調逐漸過關，合乎學生的學習需求呈正向回饋。

十一、老師提供 mBot 自走車機器人相關補充教材與資源，讓學生在學習時，能更有效的通過迷宮、障礙任務。

五年級學生在對於老師提供 mBot 自走車機器人相關補充教材與資源，讓學生在學習時，能更有效的通過迷宮、障礙任務同意量表內，非常同意有 4 人、同意有 12 人、普通有 6 人、不同意有 2 人、非常不同意有 1 人，大部分學生在量表的位置為普通及同意，從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，非常同意、同意的人數多於非常不同意及不同意的人數 13 人。

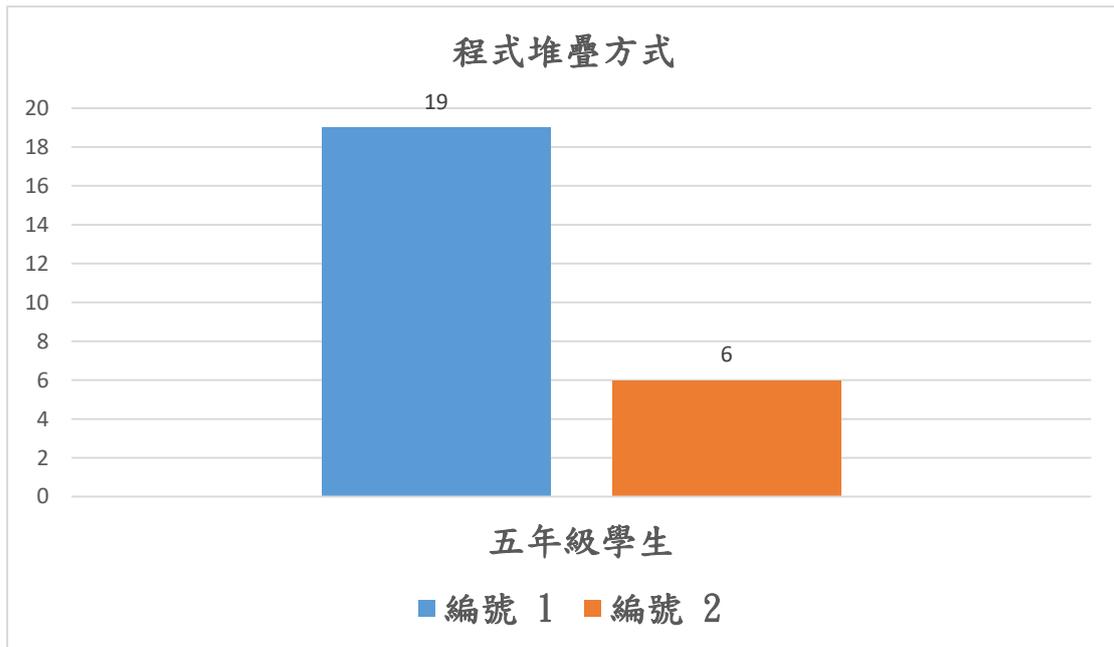


圖表-11 提供補充教材與資源，讓學生能有效的通過任務

從量表統計中，發現老師提供 mBot 自走車機器人相關補充教材與資源，讓學生在學習時，能更有效的通過迷宮、障礙任務上，學生在非常同意、同意的人數都多於非常不同意、不同意的人數。表示老師提供適當的 mBot 自走車機器人相關補充教材與資源，學生能比較有過關的成效。

十二、學生覺得編號(1  或 2 )的設定比較簡單。

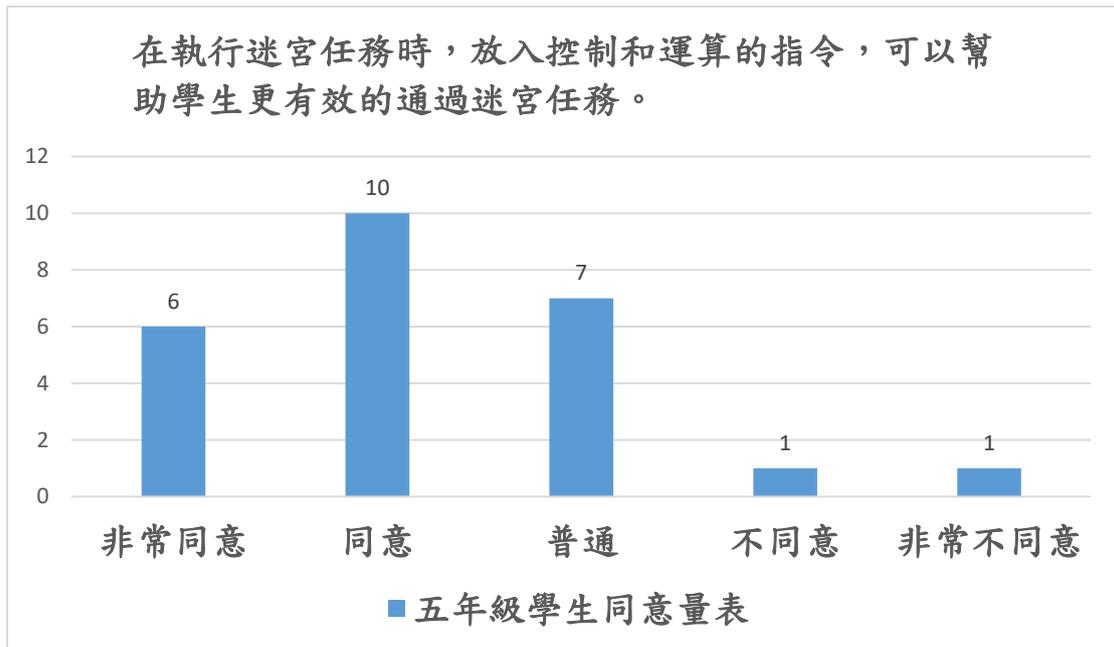
五年級學生覺得編號 1 的設定比較簡單的人數有 19 人，覺得編號 2 比較簡單的人數有 6 人。大部分學生都覺得編號 1 的程式比編號 2 程式簡單。



圖表-12 程式堆疊方式

十三、在執行迷宮任務時，放入控制和運算的指令，可以幫助學生更有效的通過迷宮任務。

五年級學生在對於執行迷宮任務時，放入控制和運算的指令，可以幫助我更有效的通過迷宮任務同意量表內，非常同意有 6 人、同意有 10 人、普通有 7 人、不同意有 1 人、非常不同意有 1 人，大部分學生在量表的位置為普通、同意及非常同意，從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，非常同意、同意的人數多於非常不同意及不同意的人數 14 人。

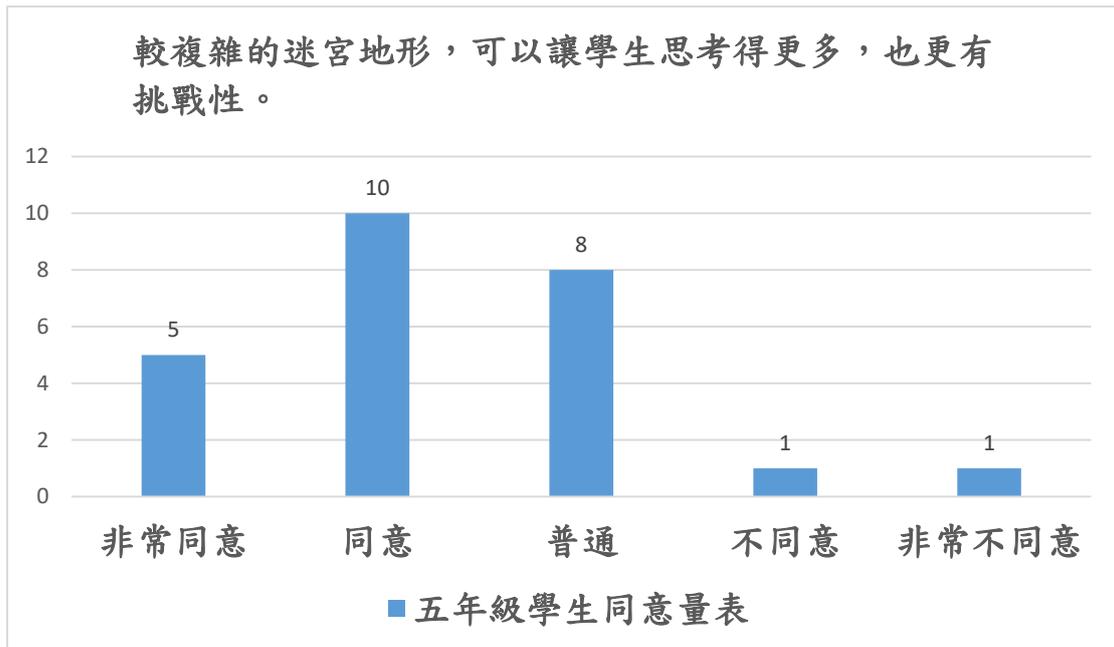


圖表-13 放入適當的指令，可以幫助學生更有效的通過任務

從量表統計中，發現在對於執行迷宮任務時，放入控制和運算的指令，可以幫助學生更有效的通過迷宮任務上，學生在非常同意、同意的人數都多於非常不同意、不同意的人數。表示對於執行迷宮任務時，使用放入控制和運算的指令，可以更有效的幫助學生通過迷宮任務。

十四、較複雜的迷宮地形，可以讓學生思考得更多，也更有挑戰性。

五年級學生在較複雜的迷宮地形，可以讓學生思考得更多，也更有挑戰性同意量表內，非常同意有 5 人、同意有 10 人、普通有 8 人、不同意有 1 人、非常不同意有 1 人，大部分學生在量表的位置為普通、同意及非常同意，從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，非常同意、同意的人數多於非常不同意及不同意的人數 13 人。

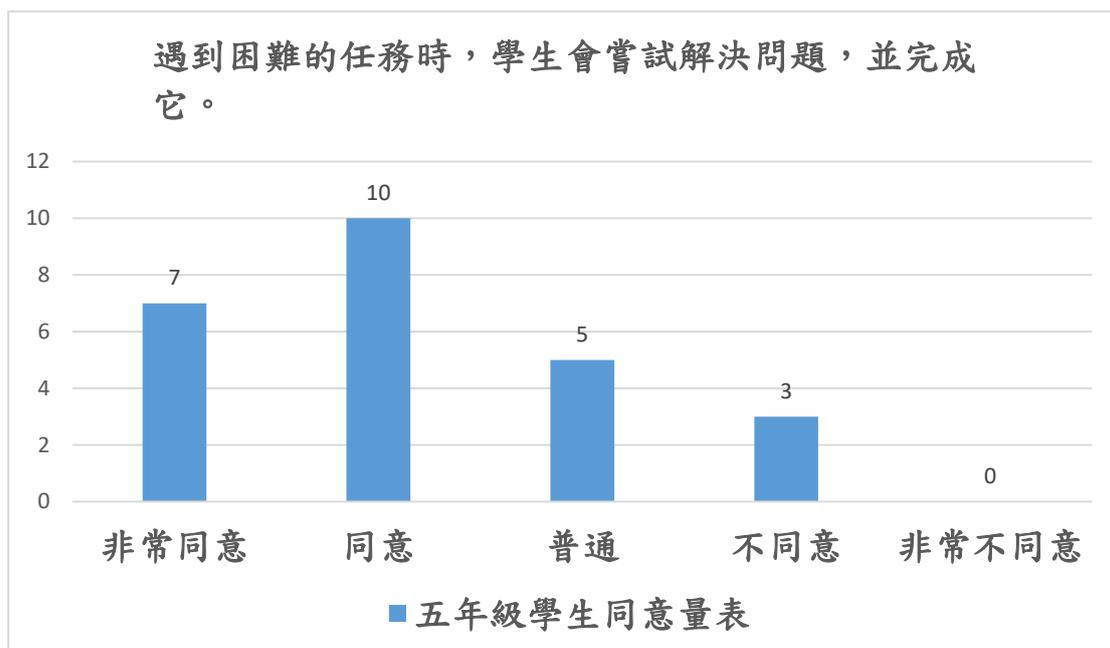


圖表-14 較複雜的迷宮地形，可以讓學生思考得更多，也更有挑戰性

從量表統計中，發現在較複雜的迷宮地形，可以讓學生思考得更多，也更有挑戰性上，學生在非常同意、同意的人數都多於非常不同意、不同意的人數。表示較複雜的迷宮地形，可以讓學生思考得更多，也更有挑戰性。

十五、遇到困難的任務時，學生會嘗試解決問題，並完成它。

五年級學生在遇到困難的任務時，學生會嘗試解決問題，並完成它的同意量表內，非常同意有 7 人、同意有 10 人、普通有 5 人、不同意有 3 人、非常不同意有 0 人，大部分學生在量表的位置為同意及非常同意，從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，非常同意、同意的人數多於非常不同意及不同意的人數 14 人。

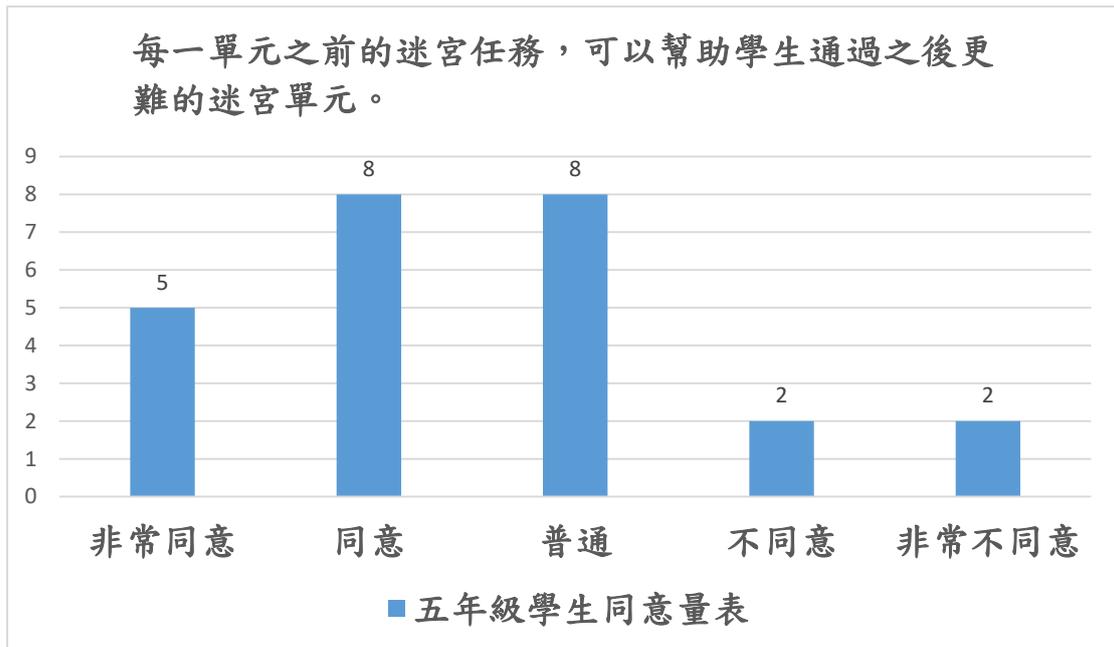


圖表-15 遇到困難的任務時，學生會嘗試解決問題，並完成它

從量表統計中，發現學生在遇到困難的任務時，會嘗試解決問題，並完成它，學生在非常同意、同意的人數都多於非常不同意、不同意的人數。表示在遇到困難的任務時，學生會嘗試解決問題，並完成迷宮任務。

十六、每一單元之前的迷宮任務，可以幫助學生通過之後更難的迷宮單元。

五年級學生在每一單元之前的迷宮任務，可以幫助學生通過之後更難的迷宮單元同意量表內，非常同意有 5 人、同意有 8 人、普通有 8 人、不同意有 2 人、非常不同意有 2 人，大部分學生在量表的位置為普通及同意，從非常同意及同意中跟非常不同意及不同意中做比較，非常同意、同意的人數多於非常不同意及不同意的人數 9 人。



圖表-16 之前的迷宮任務，可以幫助學生通過之後更難的迷宮單元

從量表統計中，發現在每一單元之前的迷宮任務，可以幫助學生通過之後更難的迷宮單元，學生在非常同意、同意的人數都多於非常不同意、不同意的人數。表示在每一單元之前的迷宮任務，都可以幫助學生通過之後更難的迷宮單元。

十七、從 mBot 自走車機器人課程中學生學到什麼？(開方式問題)

- (一)第一類：能學會新的程式過關。學生回答如：讓機器人動起來、學到新的程式、學到 mBot 自走車機器人怎麼操作、如何去前進和轉彎的時候調整東西、如何寫程式破解迷宮、我學到運用上課老師教我的程式寫到自走車內，幫助自走車走出迷宮。
- (二)第二類：能訓練學生邏輯思考。學生回答如：讓我更有邏輯和思考、思考能力、怎麼寫程式和解決問題，跟找尋問題、如何讓機器人走迷宮，不但可以腦力激盪，說不定以後找工作可以找這方面的。
- (三)第三類：學生自我的省思。學生回答如：機器人的程式很難，但讓我有深刻的印象、我學到了如果遇到問題，可以回想以前教過的，所以以

前教過的不是教過就忘，對以後會有幫助、學到做程式不容易，但只要懂得運用就很簡單。

十八、mBot 自走車機器人課程是否增進你的問題思考能力？(開方式問題)

(一)第一類：是。學生回答如：會讓我去尋找問題的源頭、學到很多知識、因為學習寫程式，能增進問題思考能力、因為每一次的測試，讓我記住了許多程式如何執行、遇到困難的問題時，它可以訓練我的大腦運轉，讓我更快速的思考這些問題、因為老師做的程式不一定是對的，所以要自己動腦思考、老師會讓我們回答問題，並分享其他同學的回答方式。

(二)第二類：否。學生回答如：因為程式太複雜，所以我不會、因為在電腦中，無法應用到生活中。

十九、mBot 自走車機器人課程是否增進你的程式設計能力？(開方式問題)

(一)第一類：是。學生回答如：增進了我的設計能力、因為設計不同的程式來破關、這些知識能夠幫助我在之後的學習課程裡，能夠更快完成作業、學到很多程式，因為每一中機器人都有好多不同的程式，每一個程式都代表不同的動作、因為輸入不同的程式能讓它有不同的功能，例如：90度轉彎、但需要和朋友討論，同學會提供意見，讓我有更多靈感、雖然想不到很燒腦，但配合老師的幫助和自己的努力，總是能讓我獲益良多。

(二)第二類：否。學生回答如：因為我不知道如何下程式、現在只是小學階段，還不用太過於學習 mbot 類型的機器人，因為好像也不太會用到。

二十、在 mBot 自走車機器人學習過程中，你遇到困難，會如何解決？(開方式問題)

學生回答會自己想、跟同學討論、上網查資料或問老師。

二十一、程式語言的學習成效並不會立刻被看見，但在現今社會中，各個國家都在推行程式語言教育，你認為為什麼要將程式語言的課程下推到小學階段實施？

(一)第一類：學生認為可以提早學習或知道程式語言。學生回答如：因為有些職業有可能會被機器人取代所以我們要早點學習，有一天會被機器人取代，所以我們要早點學習來應對這些問題、讓大家提早學會程式語言的課程、可以讓大家都知道程式語言、讓我們的思考能力提升、可以讓我們提早的學會這些程式，並且讓我們學會這些課程、程式對以後升學有幫助，而且會寫程式之後，用電腦是一件很簡單的事，就算遇到狀況也可以自己解決，不管是用什麼 3C 產品都一樣、因為，基礎要從小就打好，從小學開始學習，以後遇到就能寫的比較輕鬆。

(二)第二類：與生活息息相關。學生回答如：覺得上這些東西可以增加我們在生活中思考、我認為可與生活經驗結合，增加學生對程式語言的接受度、因為現在這個時代幾乎都是電子產品 而這些都要寫程式 所以如果不會寫就沒有競爭力、因為有可能以後長大的很多工作，都會用到電腦相關的程式。

第五節 研究討論與發現

一、迷宮任務的難易度，會因為難度的提升，使引導方式教學的班級，在程式上、過關的比例上有明顯差異。

(一)一開始的 S 形迷宮障礙物，引導方式的教學班級過關人數多，所使用的程式積木類型分層差不多，大多都是實際讓 mBot 自走車機器人行走，在逐漸修改 mBot 自走車機器人該走幾秒後，進行轉彎或移動。

(二)到口形迷宮障礙物，引導方式的教學班級過關人數多，但程式寫法開始有些差異，有些學生能用比較高層的程式寫法，來進行迷宮任務過關，例如：車子在看到障礙物後，能原地迴轉向後，再走出迷宮。有些學生，雖然也能過關，但在程式積木編寫上，就比較簡單，例如：mBot 自走車機器人在看到障礙物後，直接倒退走出迷宮。

(三)到 H 形迷宮障礙物，引導方式的教學班級過關人數與未過迷宮關卡的人數差不多。學生撰寫的程式內容有些差異，有些學生能用比較直接的程式寫法，來進行迷宮任務過關，例如：mBot 自走車機器人在遇到凹槽時，直接轉彎過去，或是在前進一點點後，轉彎 90 度通過凹槽；有些學生是用比較直接的程式寫法，來進行迷宮任務過關，但人數比較少，特別的地方是，有些學生會用較特別的程式，來進行迷宮任務的過關，例如：在過凹槽時，寫程式讓 mBot 自走車機器人用類似倒車入庫的方式，來進行通過。

二、Kirkpatrick 的問卷結果分析與討論(教學方式)

(一)學生個人基本背景資料

五年級學生：男學生 11 人，女學生 14 人。有 15 人未曾在學校外學過程式語言，有 10 人曾在學校外學過程式語言。

(二)Kirkpatrick 的第一層次反應問卷結果討論與發現

1. 上課時教師會設法嘗試引起學生的學習動機。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數都多於非常不同意及不同意的人數。在普通沒意見上的人數，占該班最大比例人數。表示學生都能同意，老師上課時，會設法嘗試引起學生的學習動機。

2. 上課中教師會有效的引導、鼓勵同學提出問題。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數都多於非常不同意及不同意的人數。在普通沒意見上的人數，占該班最大比例人數。表示學生都能同意，老師上課時，會有效的引導、鼓勵同學提出問題。

3. 老師會視課程需要，選擇媒體(或器材)來輔助教學。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數都多於非常不同意及不同意的人數。在同意上的人數，占該班最大比例人數。表示學生都能同意，老師會視課程需要，選擇媒體(或器材)來輔助教學。

4. 老師用引導的方法教學，我能有比較多練習迷宮任務的時間。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數都多於非常不同意及不同意的人數。在非常同意及同意的人數，占該班最大比例人數。表示學生都能同意，老師用引導的方法教學，學生能有比較多練習迷宮任務的時間。

5. 老師用講述的方式教學，讓我可以更快速的通過迷宮任務。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數跟非常不同意及不同意的人數相等。在普通沒意見上的人數，引導式教學法的班級占該班最大比例人數。引導式教學法的班級學生認為，老師用講述的方式教學，不一定可以讓學生更快速的通過迷宮任務。表示可能不同的教學方法，會影響學生思考的方式，反映如果老師用引導的方式，他們可以有更多時間，可以嘗試迷宮任務的過關。而引導式教學法的班級則持普通沒意見的人數最多，可能認為直接講述的方式，不適合幫助他們可以快速通過迷宮任務。

三、Kirkpatrick 的問卷結果分析與討論(教材設計)

(一)Kirkpatrick 的第一層次反應問卷結果討論與發現

1. mBot 自走車機器人教材內容的設計能引起我的學習動機及興趣。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數都多於非常不同意及不同意的人數。在普通沒意見上的人數，占該班最大比例人數。表示學生都能同意，mBot 自走車機器人教材內容的設計能引起學生的學習動機及興趣。

2. mBot 自走車機器人教學流程的安排，由淺入深、循序漸進，合乎我的學習需求。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數都多於非常不同意及不同意的人數。在同意上的人數，引導式教學法的班級占該班最大比例人數。表示學生都能同意，mBot 自走車機器人教學流程的安排，由淺入深、循序漸進，是合乎學生的學習需求。

3. mBot 自走車機器人每個單元的迷宮、避障教材內容量適中且完整，不會讓我學習感到負荷過重。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數都多於非常不同意及不同意的人數。在同意上的人數，占該班最大比例人數。表示學生都能同意，mBot 自走車機器人每個單元的迷宮、避障教材內容量適中且完整，不會讓學生學習感到負荷過重。

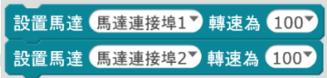
4. 教師提供 mBot 自走車機器人相關補充教材與資源，讓我在學習時，能更有效的通過迷宮、障礙任務。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數都多於非常不同意及

不同意的人數。在普通沒意見的人數上，占該班最大比例人數。表示學生都能同意，老師提供的 mBot 自走車機器人相關補充教材與資源，能幫助學生在學習時，有效的通過迷宮、障礙任務。

四、Kirkpatrick 的問卷結果分析與討論(知識獲得)

(一)Kirkpatrick 的第二層次反應問卷結果討論與發現

1. 我覺得  比  的設定簡單。

引導方式教學的班級都有很高的人數比例認為編號 1 的程式比較簡單，少數人數認為編號 2 比較簡單。

2. 在執行迷宮任務時，放入控制和運算的指令，可以幫助我更有效的通過迷宮任務。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數都多於非常不同意及不同意的人數。在普通沒意見的人數上，占該班最大比例人數。表示學生都能同意，在執行迷宮任務時，放入控制和運算的指令，可以幫助學生更有效的通過迷宮任務。

3. 較複雜的迷宮地形，可以讓我思考得更多，也更有挑戰性。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數都多於非常不同意及不同意的人數。在同意的人數上，占該班最大比例人數。表示學生都能同意，較複雜的迷宮地形，可以讓學生的思考方向更廣，也更有挑戰性。

4. 遇到困難的任務時，我會嘗試解決問題，並完成它。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數都多於非常不同意及

不同意的人數。在同意的人數上，占該班最大比例人數。表示學生都能同意，在遇到困難的任務時，學生會嘗試解決問題，並完成它。

5. 每一單元之前的迷宮任務，可以幫助我通過之後更難的迷宮單元。

引導方式教學的班級，非常同意及同意的人數都多於非常不同意及不同意的人數。在同意的人數上，占該班最大比例人數。表示學生都能同意，課程中每一單元之前的迷宮任務，可以幫助學生通過之後更難的迷宮單元任務。

五、Kirkpatrick 的問卷結果分析與討論(相關學習經驗)

1. 從 mBot 自走車機器人課程中你學到什麼？

學生主要回答問題，分成三大類，第一類：能學會新的程式過關；第二類：能訓練學生邏輯思考；第三類：學生自我的省思。

2. mBot 自走車機器人課程是否增進你的問題思考能力？

大部分學生回答問題為是，少數學生回答問題為否。

3. mBot 自走車機器人課程是否增進你的程式設計能力？

大部分學生回答問題為是，少數學生回答問題為否。

4. 在 mBot 自走車機器人學習過程中，你遇到困難，會如何解決？

學生主要回答問題，會自己先思考想想、可能會跟同學討論、上網查資料或問老師。

5. 程式語言的學習成效並不會立刻被看見，但在現今社會中，各個國家都在

推行程式語言教育，你認為為什麼要將程式語言的課程下推到小學階段實施？

學生主要回答問題，分成二大類，第一類：學生認為可以提早學習或知道程式語言；第二類：與生活息息相關，如果不會寫就沒有競爭力、因為有可能以後長大的很多工作，都會用到電腦相關的程式。



第五章 結論與建議

本研究主要在探討學生對於引導式的教學方法，在 mBot 自走車機器人課程中的學習成效，並在遇到迷宮任務問題時，問題解決的方式有什麼不同。彙整第四章研究結果的發現，提出主要的研究結論，定提出建議的事項，以供後續研究者的研究方向參考。

第一節 待答問題

一、呼應第一章 第二節的研究目的，研究待答問題如下。

(一)引導方式的教學方法優、缺點為何？

1. 引導式教學方法優點：(1)學生可能會有特別的邏輯思考程式產出。

(2)學生在思考上，比較會有自己的想法，可以跟老師分享自己是如何寫這個程式，目的是為了讓 mBot 自走車機器人車子如何行走等。

2. 引導式教學方法缺點：(1)學生在實際操作 mBot 自走車機器人時的錯誤時間較長，需要更多的時間來進行錯誤程式的修正。

(2)學生的專業知識需要自己主動學習來獲得，透過自己思考、同儕討論、老師引導等。

(二)mBot 自走車機器人迷宮程式的教學內容為達齊一性，如何設定適當的教學流程？

1. 迷宮的過關任務雖然不大相同，但都會進行 mBot 自走車機器人的基礎教學。在教學內容上，內容由淺入深，由易入難。在實際操作 mBot 自走

車機器人時，則需透過學生思考提問後，才能藉由引導獲得專業知識，因此，學生的主動學習動機需要非常強烈。

2. 在引導式教學法的教學內容上，課程內容只教基本內容，仍讓學生有大部分的時間進行思考、討論、實際嘗試 mBot 自走車機器人迷宮任務過關，拉長課堂中的操作時間，如在時間內，部分學生仍未完成迷宮過關任務時，才進行相關迷宮任務課程內容的教學。

(三)學生在學習時，對不同的教學方法回饋的學習表現如何？如何以指標來檢視之？

1. 其一，可檢視學生撰寫程式後，讓 mBot 自走車機器人在迷宮任務過關的底板數量多寡。
2. 其二，可檢視學生在 mBot 自走車機器人程式積木編程上，程式的差異性，使用的過關程式積木為何，訂定一個區間的程式積木數量及種類，檢視使用多少積木即可過關迷宮任務，總數量最少者，邏輯思考能力可能較高階。
3. 其三，學生口述式的邏輯思考，也會是解決問題的一種方式，可評量學生的思考方式，如何進行迷宮任務過關。

(四)學生在迷宮過關完成度上，檢視的學習成效有哪些？是否具有問題解決的能力？

1. 檢視的學習表現

- (1)mBot 自走車機器人是否能從迷宮入口走到出口。
- (2)mBot 自走車機器人如果位從出口走到出口，則能走到第幾塊底板上。
- (3)檢視學生 mBot 自走車機器人程式編輯內容，使用控制、運算式、變數的條件設置結果呈現。

(4)進行 mBot 自走車機器人口頭評量，檢視學生的思考邏輯方向是否正確，是否有矛盾之處。

2. 檢視問題解決的能力

(1)設定迷宮問題後，學生會如何進行迷宮任務的解決，可能會自己進行思考、同儕討論、網路查資料、詢問老師引導等。

(2)口頭評量學生，如果 mBot 自走車機器人一直無法走出迷宮，學生的解決方法有哪些，假定可能遇到的問題，重新設置 mBot 自走車機器人程式編程、檢視超音坡或車輪設備有無損壞、程式間的錯誤設定、設定指令過早執行等。

第二節 結論

本研究探討學生對於引導式的教學方法，在 mBot 自走車機器人課程中的學習表現，並在遇到迷宮任務問題時，問題解決的方式有什麼差異，來進行比較。

一、迷宮任務的難易度會影響引導式教學方法的學習表現及問題解決方法

迷宮任務的難易度，會因為難度的提升，使引導式教學方法的班級，在程式上、過關的比例上有明顯差異。

(一)S 形迷宮障礙物，引導式教學方法的班級過關人數多，所使用的程式積木類型分層也差不多，大多都是實際讓 mBot 自走車機器人行走，在逐漸修改 mBot 自走車機器人該走幾秒後，進行轉彎或移動。

(二)∩形迷宮障礙物，引導式教學方法的班級過關人數多，但學生撰寫的程式內容開始有些差異，有些學生能用比較高層的程式寫法，來進行 mBot 自走車機器人的迷宮任務過關。

(三)H 形迷宮障礙物，引導式教學方法的班級過關人數較少。有些學生能用比較直接的程式寫法，來進行 mBot 自走車機器人的迷宮任務過關；特別的

地方是，有些學生會用特別的程式，來進行 mBot 自走車機器人的迷宮任務過關。

二、Kirkpatrick 的問卷結果，在第一層面中的教學方式，大部分呈正向反應回饋。

- (一)引導式教學方法的學生，認同老師上課時，會設法嘗試引起學生的學習動機。
- (二)引導式教學方法的學生，認同老師上課中，會有效的引導、鼓勵學生提出問題。
- (三)引導式教學方法的學生，認同老師會視課程需要，選擇媒體(或器材)來輔助教學。
- (四)引導式教學方法的學生，認同老師用引導的方法教學，學生能有比較多時間練習 mBot 自走車機器人的迷宮任務。
- (五)引導式教學方法的學生，認同與不認同人數相等，大部分學生對於老師用講述的方式教學，讓學生可以讓 mBot 自走車機器人更快速的通過迷宮任務，持普通沒意見。

三、Kirkpatrick 的問卷結果，在第一層面中的教材設計，均呈正向反應回饋。

- (一)引導式教學方法的學生，認同 mBot 自走車機器人教材內容的設計，能引起學生的學習動機及興趣。
- (二)引導式教學方法的學生，認同 mBot 自走車機器人教學流程的安排，由淺入深、循序漸進，合乎學生的學習需求。
- (二)引導式教學方法的學生，認同 mBot 自走車機器人每個單元的迷宮、避障教材內容量適中且完整，不會讓學生學習感到負荷過重。
- (二)引導式教學方法的學生，認同教師提供 mBot 自走車機器人相關補充教材

與資源，讓學生在學習時，能更有效的通過迷宮、障礙任務。

四、Kirkpatrick 的問卷結果，在第二層面中的知識獲得，均呈正向反應回饋。

- (一)引導式教學方法的學生，認同程式編號 1 比程式編號 2 的設定簡單。
- (二)引導式教學方法的學生，認同 mBot 自走車機器人在執行迷宮任務時，放入控制和運算的指令，可以幫助學生更有效的通過迷宮任務。
- (三)引導式教學方法的學生，認同 mBot 自走車機器人在較複雜的迷宮地形，可以讓學生思考得更多，也更有挑戰性。
- (四)引導式教學方法的學生，認同 mBot 自走車機器人在遇到困難的任務時，學生會嘗試解決問題，並完成它。
- (五)引導式教學方法的學生，認同 mBot 自走車機器人在每一單元之前的迷宮任務，可以幫助學生通過之後更難的迷宮單元。

五、Kirkpatrick 的問卷結果，在第二層面中的學習相關經驗，均呈正向反應回饋。

- (一)引導式教學方法的學生，大部分表示從 mBot 自走車機器人課程中，可以學到新的程式、能訓練學生邏輯思考、學生自我的省思。
- (二)引導式教學方法的學生，大部分表示 mBot 自走車機器人課程能增進學生的問題思考能力。
- (三)引導式教學方法的學生，大部分表示 mBot 自走車機器人課程能增進學生的程式設計能力。
- (四)引導式教學方法的學生，大部分表示在 mBot 自走車機器人學習過程中，學生遇到困難，會自己先思考、跟同學討論、上網查資料或問老師。
- (五)引導式教學方法的學生，大部分表示學生認為可以提早學習或知道程式語言；與生活息息相關，不會寫就沒有競爭力，可能以後長大的很多工作，

都會用到電腦相關的程式。

第二節 建議

根據本研究的結論，本研究提供研究者在未來研究時的方向建議，供研究者參考或課程內容的參酌。

一、對程式語言授課教師建議

機器人課程需要教師具有相關課程經驗能力，並依據學生的學習程度不同，而調整教學內容，其中，引導方式的教學最廣為現今學生所接受，學生也能在遇到困難後，嘗試解決問題。

二、未來研究建議

從後期課程迷宮任務中，可以發現引導方式教學的班級，部分學生逐漸有不一樣的想法，來嘗試解決單元內的迷宮任務，有的學生程式撰寫內容跟大部分學生不同，雖然迷宮任務失敗的學生比例最多，但嘗試錯誤，從錯誤中的程式學習，也是一種有效的學習方式。並且延長課程的教學時間，短時間看來，雖然引導方式教學的班級，在過較難關卡上的人數不多，也許只是在於嘗試過任務迷宮的時間不足，若給予較多的時間時，呈現的過關人數，可能會越來越多。

參考文獻

中文文獻：

教育部(2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。網址：

<https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-7944,c639-1.php?Lang=zh-tw>

教育部(2011)。國民小學九年一貫課程綱要重大議題(資訊教育)。網址：
<https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=9&mid=155>

尹玫君(2001)。資訊科技融入國小各科教學的實施模式。洪碧霞主編「九年一貫新思維」，翰林出版社。

賴尹慧(2019)。國小教師實施科技領域生活科技教學之意願-以高雄市為例。國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士論文。

王秀鶯(2013)。導入 Scratch 程式教學對國中生自我效能與學習成就之探究—以程式設計課程為例。國立臺灣科技大學人文社會學報，9 (1)，頁 1-15。

施又瑀(2018)。臺灣程式教育的困境與展望。臺灣教育評論月刊，2018，7 (9)，頁 1-8。

鮑志軒(2013)。程式設計對初學者問題解決能力之影響—以機器車程式設計為例。國立臺灣師範大學資訊教育研究所碩士論文。

張瀨文 (2016)。程式設計入課綱，教育轉機或危機？親子天下，頁 76。

黃茂在、陳文典(2004)。問題解決的能力。科學教育，273，頁 21-41。

陳育賢(2019)。國小學童程式運算思維能力分析：以 mBot 機器人為例。國立臺南大學教育學系科技發展與傳播系碩士論文。

引導式的發現(Robert W. Howe 2000 年 12 月)。網址：

<http://terms.naer.edu.tw/detail/1303108/>

洪詩玲(2008)。完成問題策略對基本程式概念教學的學習成效研究—以國小四年級學童為例。國立交通大學理學院科技與數位學習學程碩士論文。

南大與勝利國小合作成立創客教室 (自由時報, 2016)。網址：

<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1931717>

中科「MBOT 機器人親子體驗營」登場，帶動智慧機器人實作風潮扎根親子(勁報, 2018)網址：

https://ctsphub.org.tw/News/info_more?id=d912275101d24651b46d557cbf0ab322

臺北市中山區長安國民小學專題式網頁競賽專題作品(臺灣學校網界博覽會, 2019)。網址：

<http://librarywork.taiwanschoolnet.org/cyberfair2019/yunghuw2019/narrative.htm>

運算思維教育基地揭牌暨親子日活動 親子與各式機器人互動(屏東大學, 2018)

網址：<http://www.secretary.nptu.edu.tw/files/15-1009-79368,c5525-1.php?Lang=zh-tw>

姜國貞(2019)。Scratch 在十二年國教學校本位課程的應用研究---以校園植物為例。中國科技大學資訊工程系資訊科技應用碩士在職專班碩士論文。

王麗君(2015)。Scratch 2.0 動畫遊戲與創意設計主題必修課。碁峰資訊出版社。

楊天賜(2017)。Scratch 應用於國中學生學習生物課程之研究。靜宜大學教育研究所碩士論文。

教育部(2016)。2016-2020 資訊教育總藍圖。網址：

<https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/3/refile/6315/46563/65ebb64a-683c-4f7a-bcf0-325113ddb436.pdf>

洪榮昭、劉明洲(1997)。電腦輔助教學之設計原理與應用。師大書苑書版社。

李清偉(2013)。讓十二年國教邁向成功。臺灣教育評論月刊，2013，2(3)，頁60-62。

余肇傑(2014)。淺談佐藤學「學習共同體」。臺灣教育評論月刊，2014，3(5)，頁122-125。

楊秀停，王國華(2007)實施引導式探究教學對於國小學童學習成效之影響。科學教育學刊，2007，第十五卷第四期，439-459。

陳怡靜、張基成(2015)。兩岸機器人教育的現況與發展。中等教育，66卷3期，頁P37-59。

林基聰(2013)。台灣青少年機器人競賽活動之調查研究---以奧林匹克機器人大賽國小組競賽為例。國立臺北教育大學數位科技設計學系碩士論文。

陳怡靜(2015)。機器人競賽的裁判與指導教師談機器人教育。中等教育，66卷3期，頁P70-81。

教育部(2018)。十二年國民基本教育科技領域課程綱要。網址：

https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/52/pta_18529_8438379_60115.pdf

劉美鈴、謝傳崇、翁暄睿(2018)。國小學生知覺教師正向領導對學習表現影響之研究：以教師資通訊科技運用為中介變項。師資培育與教師專業發展期刊，11(3)，頁83-108。

謝傳崇、李尚儒(2011)。校長分佈式領導對學生學習表現影響之研究-以學校知識創造為中介變項。教育理論與實踐學刊，23，頁149-181。

李安明、鄭采珮、劉志昫(2011)。桃竹苗地區國民小學校長教學領導與學生學習成就之研究。學校行政，75，頁1-20。

謝傳崇、蕭文智、王玉美(2015)。國民小學教師正向領導與學生學習表現關係之研究。學校行政，95，頁81-101。

李勇輝(2017)。學習動機、學習策略與學習成效關係之研究—以數位學習為例。經營管理學刊，14期，頁68-86。

英文文獻：

Maloney, Peppler, Kafai, Resnick & Rusk. (2008) .Media Designs with Scratch: what urban youth can learn about programming in a computer clubhouse.

Resnick, Maloney, Monroy-Hernandez, Rusk, Eastmond, Brennan, Millner, Rosenbaum, Silver, Silverman and Kafai. (2009) .Scratch:Programming for All.

Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P., & Paas, F. (2010).Attention guidance in learning from a complex animation: Seeing Is understanding? Learning and Instruction, 20(2), 111-122.

Robert W. Howe. (2000). Guided Discovery.

D Kirkpatrick, J Kirkpatrick. (2006).Evaluating training programs: The four levels.

J Clarke. (2013).Context in Public Policy and Management.

RJ Sternberg, K Sternberg. (2016).Cognitive psychology.

Clark, R. C., Nguyen, F., and Sweller, J. (2005).Efficiency in Learning Evidence-based guidelines to manage cognitive load. San Francisco: CA: Pfeiffer.

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145 - 157.

UNESCO. (1996). *Learning: The treasure within*. Paris, France: UNESCO.

Carneiro, R. & Draxler, A. (2008). Education for the 21st Century: Lessons and challenges. *European Journal of Education*, 43(2), 149-160.



附錄

附錄一

臺東縣某國小自編教材課程計畫

單元名稱：mBot 自走車機器人實作

適用年級：五年級

教學節數：10(每節 40 分鐘)

設計者：謝政達

學習重點	
學習表現	學習內容
1. 資 t-IV-4 能應用運算思維解析問題。 2. 資 t-IV-3 能設計資訊作品以解決生活問題。	1. 資 P-IV-1 程式語言基本概念、功能及應用。 2. 資 P-IV-2 結構化程式設計一：循序與選擇。 3. 資 P-IV-3 結構化程式設計與問題解決實作。
核心素養	
1. 科-J-A2 具備理解情境與獨立思考的能力，並運用適當科技工具與策略，處理與解決生活問題與生命議題。	
2. 科-J-B1 具備運用各種科技符號與運算思維表達溝通的素養，並理解日常生活中科技與運算的基本概念，應用於日常生活。	
3. 科-J-B2 理解資訊與科技的基本原理，具備科技、資訊、媒體的應用能力，並能分析	

人與科技、資訊、媒體的互動關係。	
議題融入	
實質內涵	學習重點
<p>1. 性別平等教育</p> <p>3-4-1 運用各種資訊、科技與媒體資源解決問題，不受性別的限制。</p> <p>2. 環境教育</p> <p>4-2-2 能具體提出改善周遭環境問題的措施。</p> <p>3. 生涯發展教育</p> <p>3-2-2 學習如何解決問題及做決定。</p> <p>3-3-2 學習如何尋找並運用工作世界的資料。</p>	<p>1. 性別平等教育：每位學生親自動手寫程式組裝機器人，不受性別限制。</p> <p>2. 環境教育：設計機器人取代人類從事各種複雜重複性工作。</p> <p>3. 生涯發展教育：想依個人思想與行為，決定在機器人行動上。</p>
教學目標	
<p>1. 能認識 mBot 自走車與正確連接超音波感測器與 mBlock 程式連結。</p> <p>2. 能將 mBlock 所寫程式傳送至 mBot。</p> <p>3. 能以自走車實際行走的方式，完成迷宮的路徑。</p> <p>4. 能對不同的迷宮類型，進行不同的程式編寫內容。</p>	
教學資源	
<p>1. mBot 自走車。</p> <p>2. mBlock 軟體。</p> <p>3. 電腦。</p> <p>4. 迷宮地圖。</p>	

評量方式
<ol style="list-style-type: none"> 1. 口頭回答。 2. 操作評量。 3. 課堂觀察。
學生先備知識
<ol style="list-style-type: none"> 1. 已學過 Scratch 程式設計。 2. 進行 code.org 網站程式教學練習。
教學活動與流程
第一週
<ol style="list-style-type: none"> 1. 介紹 mBot 的基本功能與認識超音波感測器。 2. 說明自走車行進時馬達控制的方式，主要有兩種：一種是只使用一個程式積木，設定相同的速度；另一種是使用兩個程式積木，將馬達連接埠左輪和右輪分別設定速度。 3. 介紹車子基本的指令：前進、後退、轉彎、停止。其中轉彎的方式，又分為大轉彎及原地轉彎。 4. 說明 mBlock 程式介面與積木編寫方式、程式上傳等需要注意的地方。 5. 運用 mBlock 程式編寫與調整控制馬達速度，讓車子可以前、後移動。 6. 設計前方有兩個障礙物的盒子，學生需要寫程式，使車子在行走時，能繞過那些盒子。 7. 學生在寫程式的過程中，可與其他同儕討論與其編寫的方法是什麼。 8. 老師在旁引導學生程式編寫的內容，讓學生進行邏輯思考如何過關，指令怎麼下，實際讓車子行走後，再修改不適當或錯誤的程式。 9. 檢視學生過關情形及實際編寫的程式方法。
第二週&第三週
<ol style="list-style-type: none"> 1. 設計門形狀的迷宮，學生需要寫程式，使車子在行走時，能在車子進入口

迷宮後，車子再走出來。

2. 學生在寫程式的過程中，可與其他同儕討論與其編寫的方法是什麼。
3. 老師在旁引導學生程式編寫的內容，讓學生進行邏輯思考如何過關，指令怎麼下，實際讓車子行走後，再修改不適當或錯誤的程式。
4. 檢視學生過關情形及實際編寫的程式方法。

第四週&第五週

1. 設計H形狀的迷宮，學生需要寫程式，使車子在行走時，能在車子進入口迷宮後，車子再走出來。
2. 學生在寫程式的過程中，可與其他同儕討論與其編寫的方法是什麼。
3. 老師在旁引導學生程式編寫的內容，讓學生進行邏輯思考如何過關，指令怎麼下，實際讓車子行走後，再修改不適當或錯誤的程式。
4. 檢視學生過關情形及實際編寫的程式方法。

