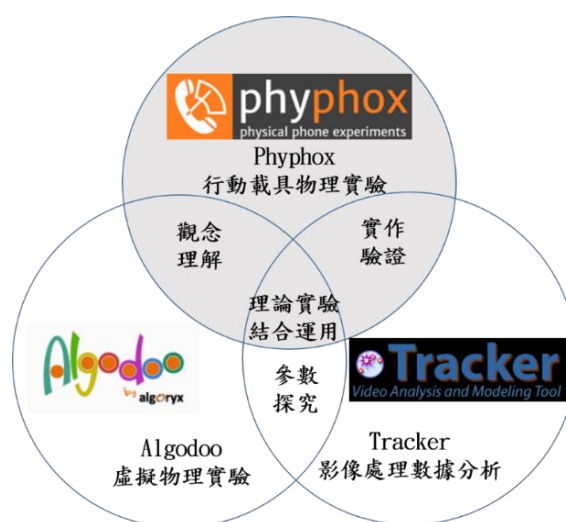


教育部111學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：	物理動態模擬軟體在高中多元選修仿生學課程的實作應用		
主持人：	簡汎佐	電子信箱：	ftchien@smhs.hlc.edu.tw
共同主持人：			
執行單位：	花蓮縣私立海星高級中學		

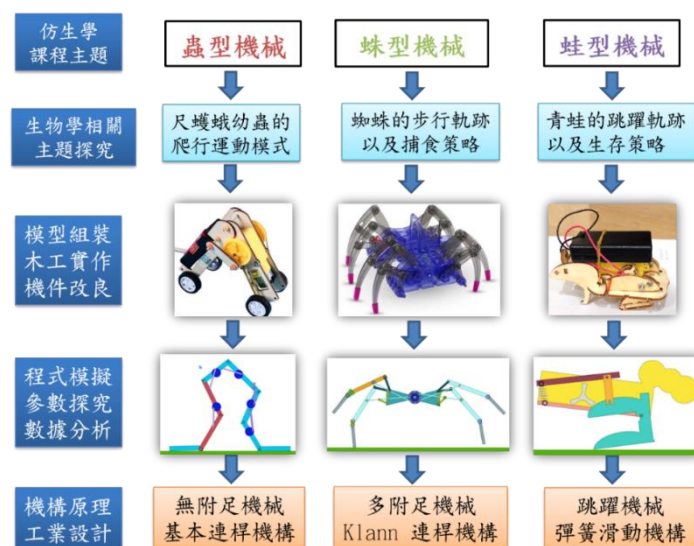
一、計畫目的

本校在執行科學教育計畫已有相當的成績。在以往的105年執行科學教育計畫開始，學校自然科教師不僅熟悉物理影像追蹤軟體(Tracker)，進行圓周運動、簡諧運動、自由落體等各種運動軌跡的探究；更在107年之後，進一步應用手機感測器應用軟體(Phyphox)，對聲速、分貝、頻譜分析等聲學題材做更精準的檢測。站在以往的基础上，我們將在校內多元選修仿生學課程中結合物理動態模擬軟體(Algodoo)，引導學生能從物理學原理出發，在物理動態模擬的虛擬空間中，延伸應用機械上各樣仿生機構的設計。最後，更能夠用以模型實作，參照在動態模擬中的結果，改良仿生模型運動模式。



圖一：新興物理教學軟體在課程上的應用

仿生學是非常適合高中生跨領域學習範疇。但是由於在有限的課程時間裡面同時要兼顧講授生物在適應環境上的特性、生物物理學中生物的運動特性，以及如何在工程學中應用相關的機構模仿生物運動等主題，的確相當具有難度。本校教師將應用具有友善操作界面的電腦動態軟體 Algodoo，使學生不因為程式的編碼過程感到挫折，能夠直接以程式模擬機械原理，最後能從物理動態模擬的結果擷取經驗，進一步修正實體仿生機械，達到更好的仿生效果。在課程



圖二：多元選修仿生學課程主題規劃

中，教師將開發三項大主題：蟲型機械、蛛型機械以及蛙型機械發展。同時引導學生從生物學演化的概念出發，思考無附足動物、多附足的運動，以及跳躍性運動模式在演化上的發展歷程，深入探究生物附足的數目與生物個體發育、生物與環境間的關係、以及覓食獵食上的優勢。

目前市面上已有蟲型機械、蛛型機械以及蛙型機械這三項簡易的仿生機械模型。我們計畫先從這些可取得的模型出發，使學生能夠藉由組裝模型，熟悉看組裝步驟說明書，同時善用螺絲起子等各項工具。之後，再引導學生思考如何改良模型，使學生能更深入認識機械設計原理。由於直接改良仿生模型需要對機械設計原理、模型材料屬性、工程機構等方面有一定的認識，在改良的過程當中同時需要足夠的材料以及工具進行測試。所以，一般的模型組裝課程往往受限於課程時間以及課程經費，無法讓學生發揮創意，只能遵從「食譜式」的教學模式，一步步照著教師的指令完成。有鑑於一般制式的仿生學課程，我們將引入 Algodoo 這個動態模擬系統，強化學生在工程機構的原理探究歷程。

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

我們計畫在111學年下學期完成仿生蠕蟲的教案設計以及課程開發，同時針對仿生機械感測器的部分辦理教師專業發展研習，培養校內教師應用 Arduino 以及物聯網賦予仿生機械更多環境感測能力，強化模擬課程和實作課程的結合。

本課程與東華大學教育與潛能開發學系劉明洲教授合作，使用「新興科技探究表單」了解學生對使用 Algodoo 物理動態模擬系統學習顆粒流物理基礎課程，以及仿生學進階課程的回饋。藉由問卷的分析，了解學生對於使用 Algodoo 物理動態模擬系統的接受度，進一步修正課程中的授課方式以及指定作業的難易度。

三、研究方法

本年度課程發展區分為基礎課程以及進階課程。基礎課程將著重在 Algodoo 的基本操作，同時連接高中物理課程中的拋體運動、單擺運動主題作課程延伸探究。進階課程將分為蟲型、蛛型、蛙型機械作課程開發。年度課程規劃如下：

課程名稱	物理動態模擬軟體在高中多元選修仿生學課程的實作應用		
授課年段	普一	學分數	2
領域	校訂必修、多元選修	授課教師	教師專業發展社群
單元	主題	內容綱要	
1	動態 Algodoo 基本操作	物件導向程式語言操作簡介	

2	模擬基礎課程	自由落體	物理拋體運動探究 單擺複擺運動探究
3		顆粒流漏斗阻塞	賞析國際科展得獎作品 探究科展題目潛在參數發展延伸問題 顆粒流實驗實作驗證模擬實驗結果
4	仿生學進階課程	蟲型機械	單連桿機械裝置實作 單連桿機械裝置模擬運動參數探究 多連桿機械裝置設計、蟲型機械發展以及應用
5		蛛型機械	多圖層連桿機械裝置實作 多附足機械設計原理探究 蛛型機械發展以及應用
6		蛙型機械	彈簧機械裝置實作 彈性係數以及摩擦係數參數探究 蛙型機械發展以及應用

四、執行進度（請評估目前完成的百分比）

目前已完成70%課程操作：

Algodoo 基本操作、自由落體、顆粒流漏斗阻塞、蟲型機械

五、預期成果

在本年度的計畫執行過程中，我們一方面以校內的多元選修「仿生學」課程作為課程研發的實作場域，一方面也將安排推廣此創新物理教學方式。預期結果條列如下：

1. 發展以 Algodoo 為工具進行物理探究課程的教學模式。
 - a. 錄製主題性物理模擬教學影片，建至教學示範資料庫，與花蓮地區教師進行課程分享。
 - b. 於校內校訂必修探究實作課程中應用教學影片進行程式教學。
 - c. 於本校國中端寒假暑假輔導課程期間，應用物理模擬進行理化科教學。
 - d. 與東華大學教育學院合作，在自然科教師師培課程中分享課程教學策略。
2. 推廣仿生學課程。
 - a. 結合仿生學機械模型製作以及工程連桿模擬程式設計，辦理高中寒暑假科學營隊。
 - b. 結合花蓮區域國中(如國風國中、三民國中、瑞穗國中、玉里國中等)來校參與一日課程體驗活動中，安排虛擬實境物理模擬課程，認識虛擬實境在學習上的應用以及物理模擬在實驗設計上的優勢。
 - c. 辦理自然科跨領域教師專業發展社群，辦理自主學習數位課程。依計畫發展主題延伸物理模擬應用至化學領域以及地球科學領域。

3. 強化教師遠距示範之專業能力。
 - a. 培養具備 Algodoo 教學專業能力之師資，由授課教師進行教學演示，同時邀請東華大學教育學院教授進行教學質性以及量化分析。
 - b. 教師藉由課程問卷了解學生回饋，修正補強教學影片內容。
 - c. 校內成立教師專業發展小組，實施備課、觀課、以及議課，強化教學策略以及技巧。

六、檢討

由於本項課程初期需要讓學生組裝不同種類的簡易的雷切仿生機械模型，如蟲型機械、蛛型機械、蛙型機械等模型；另一方面也需要木板、木條等材料，以及線鋸、鑽孔器等工具提供學生改裝仿生機械。在課程發展中，教師專業發展團體需要各項感測器以及電子元件的採購，以利研發具感測功能的仿生機械。最後，在課程成果發表時，教師和學生皆需要攝像鏡頭、麥克風等工具錄製非同步教學影片以及成果發表短片。因此，本校極其需要本計畫經費的挹注發展此結合新興動態模擬系統的仿生學課程。

七、參考資料

1. “Algodoo: A Tool for Encouraging Creativity in Physics Teaching and Learning”
Bor Gregorcic et al., The Physics Teacher 55, 25 (2017)
1. “Never far from shore: productive patterns in physics students’ use of the digital learning environment Algodoo” Elias Euler et al, Phys. Educ. 55 045015 (2020)
2. “Using 2D Simulation Applications to Motivate Students to Learn STEAM”
Tercia-Marie Tafadzwa TEMBO* & Chien-Sing LEE
Workshop Proceedings of the 25th International Conference on Computers in Education.
New Zealand: Asia-Pacific Society for Computers in Education (2017)
3. “Teaching Physics Using PhET Simulations.”
E. Wieman et al., The Physics Teacher 48, 225 (2010)
4. “Beliefs, attitudes, and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics.”
Zacharia, Z. C., Journal of Research in Science Teaching, 40(8) 792–823. (2003)