

FCU



ePaper

逢甲大學學生報告 ePaper

導入遊戲化框架以動態偵測進行互動式遊戲

Introduce gamification framework to dynamically detect  
interactive games

作者：馬其蔚、葉秋彤

系級：資訊二甲、資訊二甲

學號：D1011264、D1050957

開課老師：葉春秀 老師

課程名稱：多媒體系統

開課系所：資訊工程學系

開課學年：111 學年度 第 2 學期



## 中文摘要

本系統主要運用 Python 的 OPENCV 函數以及 MediaPipe 模型技術針對人臉、姿勢、手掌、甚至是整個身體的動作來進行機器學習以及影像辨識的預動作判斷，藉以捕捉使用者特定的動作行為，並同步結合虛擬遊戲設計來進行動態偵測捕捉的應用程式開發。本系統最大的特色不僅是以人機整合的方式，使其達到運動價值的互動式遊戲，期望利用這樣的程式開發可以讓使用者發現運動的樂趣，並且能夠持之以恆達到健康的目標。尤其是對年長者的長輩，更能夠利用這樣的 APP 設計，以互動式遊戲的方式在運動的同時又能兼顧娛樂的效果。

在整個程式中，我們也利用 Pygame 設計遊戲的部分，搭配 Webcam 的簡單設備來抓取使用者的行為動作。並且為了讓遊戲在進行時，可以同時顯示偵測視窗與遊戲視窗，更利用多執行緒的方式來控制兩種獨立的系統，讓兩者視窗可以同時運行；動態偵測的部分主要以多媒體機器學習模型應用框架 MediaPipe 套件實現，通過 MediaPipe Pose Landmarker 任務來檢測圖像或影片中人體的 33 個姿勢關鍵點，在本系統中只需要聚焦在右肩及右手肘，就可以即時計算手臂與身體的角度和使用者的垂直移動，達到動態偵測的效果。

**關鍵字：** 互動式遊戲、姿勢辨識、遊戲化運動、動態偵測、MediaPipe、Python

## Abstract

This research presents an interactive exercise game system designed using Python and MediaPipe. The program dynamically detects and captures specific user movements while modifying a game of casual . By seamlessly integrating Python and MediaPipe, the system creates an engaging interactive game that encourages exercise. The main goal is to enhance gameplay and make exercise fun, fostering sustained engagement.

In the implementation, Pygame is used for game design, and a Webcam replaces the camera. The system ensures a smooth gaming experience by utilizing multithreading to display both the detection window and game window simultaneously. The core of the dynamic detection functionality relies on the MediaPipe framework, which detects 33 key points of the human body's pose in real-time. The system particularly focuses on the right shoulder and right elbow, allowing for the calculation of the angle between the arm and body and tracking the user's vertical movement, achieving the desired dynamic detection effect.

**Keywords: Dynamic Detection, Gamified Exercise, Human Body Pose Detection, Interactive Game, MediaPipe, Python.**

## 目 次

一、設計動機.....	4
二、設計目的.....	4
三、甘特圖.....	5
四、遊戲製作套件.....	5
五、專題功能架構.....	6
5.1、PyGame 遊戲本體.....	6
5.2、MediaPipe 人體姿勢偵測.....	8
六、遊戲流程說明.....	9
七、遊戲執行畫面說明.....	11
7.1 遊戲初始化.....	11
7.2 遊戲開始及暫停—手勢偵測.....	11
7.3 小恐龍跳躍及蹲下—姿勢偵測.....	12
八、未來展望.....	14
九、結論.....	15
十、參考文獻.....	16

## 一、設計動機

近幾年，因為疫情肆虐許多人只能待在家中辦公、學習，因為害怕染疫帶來的後遺症，人們逐漸減少戶外活動的次數。如今，疫情看似趨緩，口罩配戴政策也日漸放寬，但是深植人心的症狀依舊潛移默化地影響著人們。為了保護自己的身體健康，除了選擇外出配戴口罩之外，也體驗到利用運動來提高健康的保護力亦是十分重要。根據新聞報導，許多人因為在進行體育活動時配戴口罩而導致呼吸困難，減少人們外出運動的意願。由此可知，在運動期間配戴口罩雖然可以減少感染疫情的風險，但也能會因為呼吸不順暢而造成身體的其他負擔。另外，現今市面上也有許多款健身性質的遊戲器材，因為配件過多、售價昂貴，往往讓想運動的人因成本與空間的考量而無法在家享受運動。

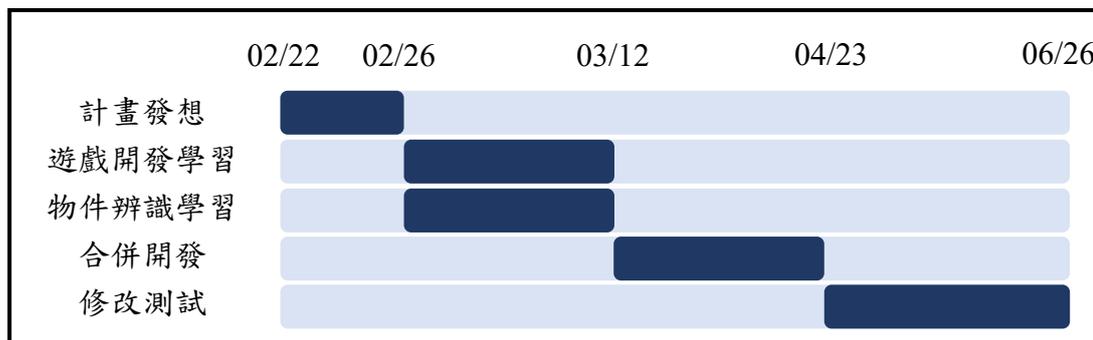
因此，為了讓長期待在家中的人們也能享受運動帶來的樂趣，並且用健康的身体來對抗病毒，我們設計出一款人工智慧的運動遊戲，只需要利用家中就有的設備，如手機或電視螢幕，甚至是電腦螢幕，不用任何其他的運動配件，就可以在家中活動身體，以「電腦在手，遊戲由我！」的口號，只要有顯示的設備如電腦和鏡頭不管想在哪裡運動都沒有任何限制。並且利用大家耳熟能詳的斷網小恐龍，搭配 Python 內含的 OpenCV 函數，再結合 MediaPipe 人體姿勢偵測，設計一款不只充滿創意，還兼具可愛與實用，讓玩家可以不自覺地進行身體的鍛鍊，將自己代入到小恐龍的角色之中，來進行健身鍛鍊，讓運動不是枯燥乏味，而是充滿了樂趣與想像力。這款遊戲設計不僅可以讓人們培養運動的習慣，更能夠與家人利用娛樂的遊戲來建立良好互動生活。

本系統期望能夠達到二個目的：一、創意性：在原有的離線小恐龍遊戲之下，利用人體姿勢偵測讓玩家操控小恐龍的動作，使玩家更有帶入感，小朋友更能把無處釋放的活力藉由遊戲和運動抒發；二、實用性：大人小孩，都能在家運動的好選擇。

## 二、設計目的

- 1、增強體能、改善身體協調性
- 2、培養人們的運動習慣
- 3、改善親子間的關係
- 4、娛樂

### 三、甘特圖



### 四、遊戲製作套件

本系統之設計所需之開發技術，包含了 Python 的 OpenCV 函數，Pygame，MediaPipe 等技術，相關技術說明如下：

#### 1、OpenCV

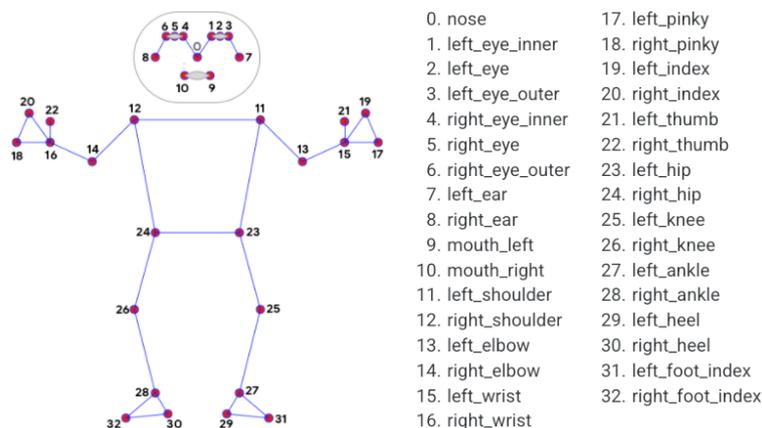
用於建立視覺化界面—人體姿勢偵測的顯示畫面。

#### 2、Pygame

用於遊戲開發以及音效管理。

#### 3、MediaPipe

本研究使用 MediaPipe Pose Landmarker 預訓練的動態偵測模型進行人體姿態的偵測，應用於偵測使用者復健的狀態，及時標記出影像中的 33 個人體關節點，讓使用者在使用系統的過程中能及時的了解到自己是否有站在偵測的範圍內。本系統主要偵測之節點共有 12 個。依據下圖之人體節點分布，手部動作偵測將採用點 11 至點 16 之座標；腳部動作偵測將採用點 23 至點 28 之座標。套件中，相關人體關節點圖如下：



圖一、MediaPipe Pose Landmarker 人體關節點圖

## 五、專題功能架構

遊戲開始前會先偵測玩家是否出現在姿勢偵測範圍內，若是在偵測範圍內，遊戲內的計時器便會進行初始化，同時偵測開始的手勢，確認開始後直接進入畫面。在遊戲畫面中，玩家會以小恐龍的形式出現在遊戲視窗內，在遊戲進行的過程中會不斷偵測玩家是否有移動，移動條件分別有三項：跳躍、蹲下、奔跑，根據移動條件變化小恐龍的圖片，以達到變化動作的效果，為了增添趣味性，我們設計在玩家每堅持 300 毫秒後，系統就會更換一次遊戲背景的顏色，在強烈的顏色對比下比較不會造成視覺疲勞。同時，在不斷偵測移動條件的過程中，也會隨時偵測是否撞到障礙物，遊戲途中若是想要暫停，隨時可以做出暫停的手勢，會進入暫停畫面讓玩家休息，直到再次做出暫停手勢，會再次開始遊戲。整個遊戲過程會不斷加速，小恐龍只要撞到障礙物就結束，結束會顯示玩家分數，玩家分數為小恐龍活了幾毫秒。

### 5.1、PyGame 遊戲本體

#### A、物件

- 玩家：  
遊戲使用者，利用不同的姿勢控制遊戲的進行以及小恐龍的動作。
- 小恐龍：  
玩家在遊戲中的代表，小恐龍的行為跟玩家做出的姿勢有關。

- 障礙物：

分別有鳥和仙人掌兩種障礙物，小恐龍撞到障礙物即為遊戲結束。

## B、圖片

- 背景圖片：

黑與白兩種背景顏色。遊戲開始時背景預設為白色，遊戲開始後每 300 分交換顏色。

- 小恐龍：

每一種姿勢各會有兩張小恐龍圖片交替出現，讓小恐龍在遊戲畫面中可以表現出生動地在奔跑、跳躍及蹲下的模樣。

- 障礙物：

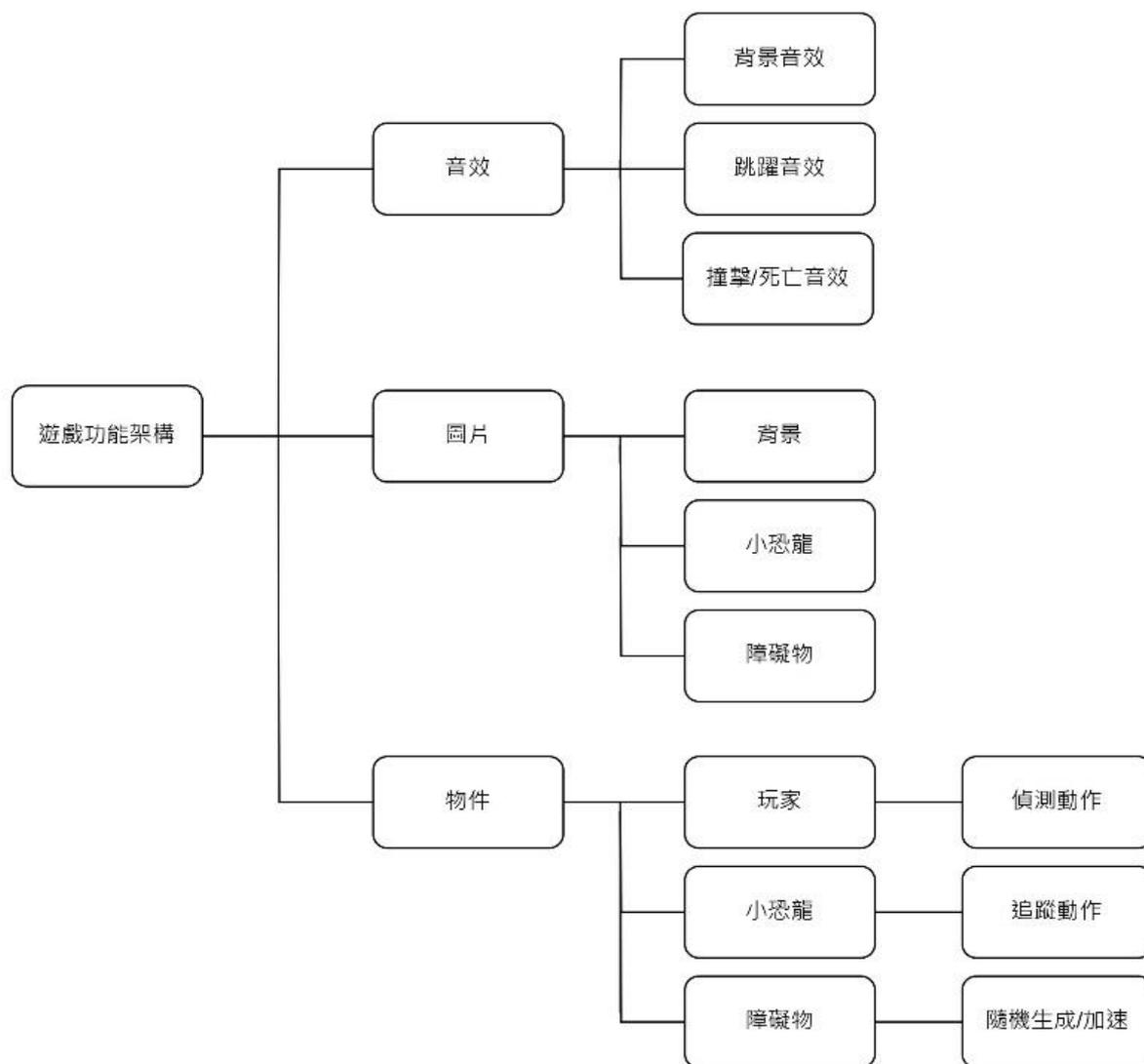
隨機生成鳥(天上)或仙人掌(地上)的圖片在遊戲畫面中。隨著遊戲分數的增加，隨機生成障礙物圖片的速度也會越來越快，即遊戲畫面中同時會有越來越多障礙物的出現。

## C、音效

- 奔跑音效

- 跳躍音效

- 撞擊音效



圖二、遊戲架構圖

## 5.2、MediaPipe 人體姿勢偵測

### A、遊戲控制

- 遊戲初始化：

人體物件站在姿勢偵測畫面中，可以測試所有動作（蹲、跳、暫停）。

- 遊戲開始：

右手平舉，使右手肘、右肩膀及臀部右側三點的夾角約 90 度。

- 遊戲暫停/再開始：

右手往上伸直。

### B、小恐龍動作控制

- 跳躍：

右肩向上位移大於等於 20 公分。

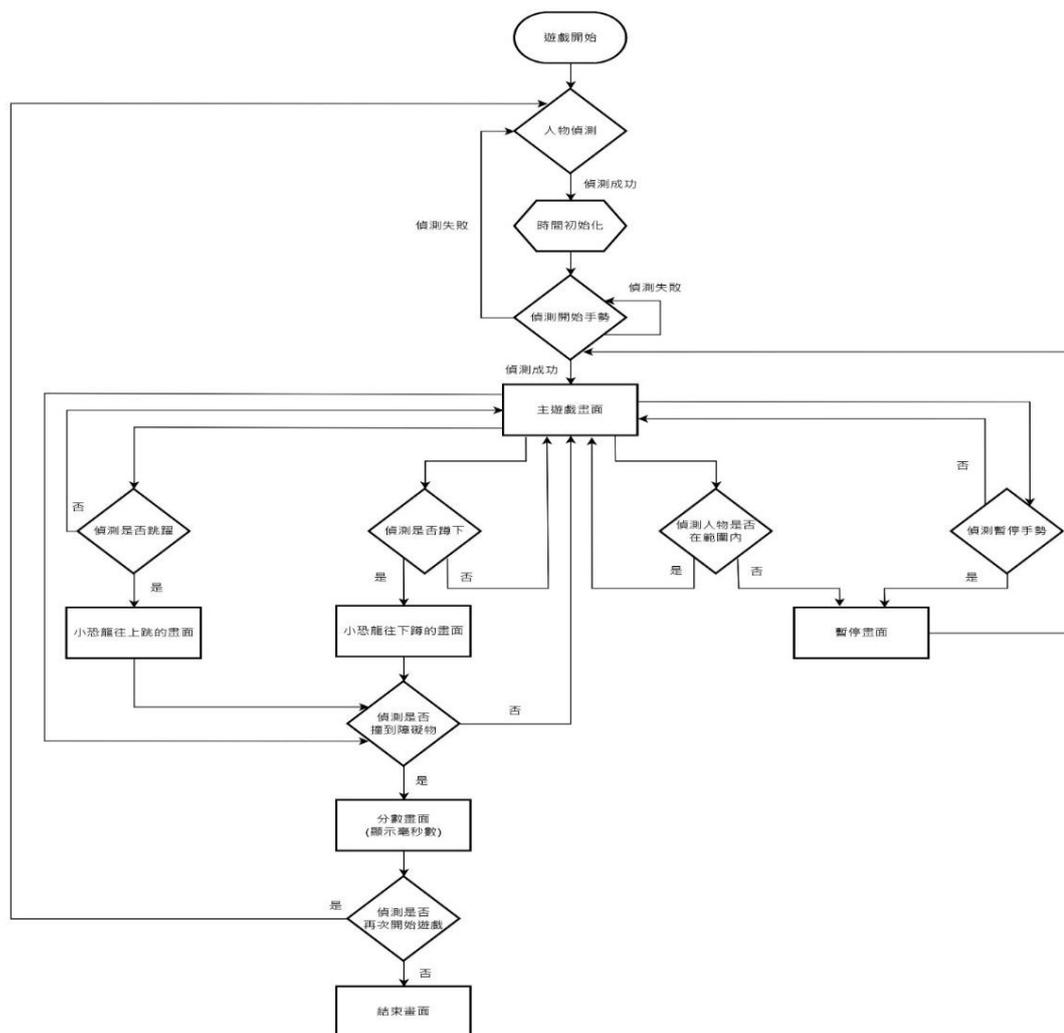
- 蹲下：

右肩向下位移大於等於 20 公分。

- 奔跑：

不是跳躍、蹲下兩個動作時，即判定為「奔跑」。

## 六、遊戲流程說明



### 圖三、遊戲流程圖

遊戲開始後，首先會進行人物偵測，確定人體物件有出現在偵測視窗中，且視窗內無其他關於人的物件(否則會相互影響)，才能進行下一個動作。接著是進行時間(分數)初始化，並且同時進行手部姿勢的偵測，若系統偵測到玩家比出右手平舉的動作，人物偵測的畫面會顯示 Start!，進入遊戲主畫面中。

在遊戲主畫面中，系統會不停執行四種偵測。第一種為「偵測玩家是否有比出暫停手勢」，若系統偵測到玩家比出暫停的手勢也會進入到暫停畫面。若進入到了暫停畫面中，玩家須再次比出暫停手勢才可以繼續進行遊戲。

接著，第二、三種偵測為「偵測玩家是否做出跳起和蹲下的動作」，若是玩家做出以上這兩個動作，並且系統判定為標準動作，遊戲畫面中的小恐龍物件則會做出相同的動作。最後第四種偵測，在遊戲進行的過程中，系統會不停判斷「小恐龍物件是否有碰撞到障礙物物件」，一旦碰到則結束遊戲並進入分數畫面。

到分數畫面後，玩家可選擇再次進行遊戲(比出開始手勢)或是結束遊戲。



## 七、遊戲執行畫面說明

### 7.1 遊戲初始化



圖四、遊戲準備圖

人物須站在偵測視窗內，並且希望能站在  $Y\_move = 0$  的位置。位置正確時，畫面左下角則會顯示 0.0，並準備開始遊戲。

### 7.2 遊戲開始及暫停—手勢偵測

主要偵測右手肘、右肩膀及臀部右側三點的向量夾角。玩家可以利用螢幕左上角黑色字體顯示的角度，調整自己的手勢。做出對應手勢後，螢幕上則會顯示「Start」或是「Stop」

A、開始手勢：右手平舉，向量夾角約在 175 度至 185 度之間。

B、暫停/再開始手勢：右手向上升直，向量夾角約在 255 度至 265 度之間。

原先，我們設定的暫停手勢為右手向下與身體之間夾 45 度角，但在遊戲進行的過程中，我們發現玩家在蹲下與跳高的同時，也有可能會出現右手向下 45 度的情況。因此，在嘗試幾次後，我們決定更改為右手向上舉直。因為在遊戲過程中，除非玩家刻意比出這個動作，不然不會出現。於是，就將暫停手勢從右手向下 45 度更正為右手向上舉直。



圖五、遊戲開始手勢



圖六、遊戲暫停手勢

關於計算角度的部份我們以下列的數學算式做計算：

$$\text{angle} = \arctan2(\text{elbow.y} - \text{shoulder.y}, \text{elbow.x} - \text{shoulder.x}) * 180 / \text{pi}$$

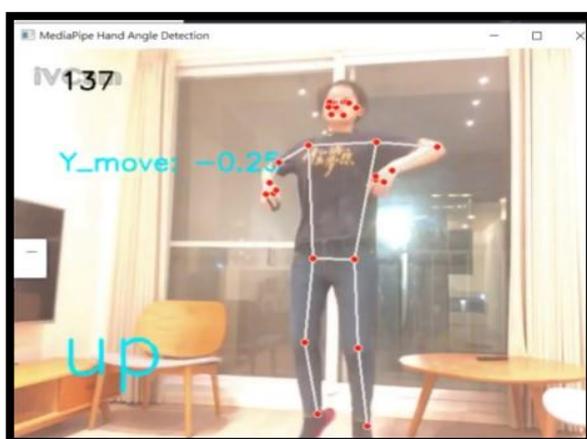
其中， $\arctan2$  代表餘切函數， $\text{elbow.x}$  和  $\text{elbow.y}$  分別代表右手手肘的  $x$  和  $y$  座標， $\text{shoulder.x}$  和  $\text{shoulder.y}$  分別代表肩膀的  $x$  和  $y$  座標， $\text{pi}$  代表圓周率。此式計算出的角度以度為單位，最後再利用  $\text{angle} = (\text{angle} + 360) \bmod 360$  將計算出來的度數控制在  $0 \sim 360$  度之間。

### 7.3 小恐龍跳躍及蹲下—姿勢偵測

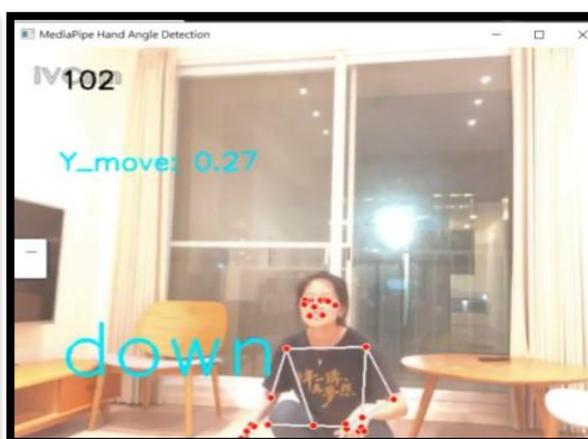
主要偵測右肩膀的上下位移量。玩家可以利用螢幕中間  $Y\_move$  顯示的位移量，了解自己跳高及蹲低多少公分。做出對應姿勢後，玩家也可以查看螢幕上原本顯示  $0.0$  的位置是否有變成「Up」或是「Down」。

A、跳躍姿勢：右肩的移動量  $Y\_move$  值小於  $-0.2$ 。

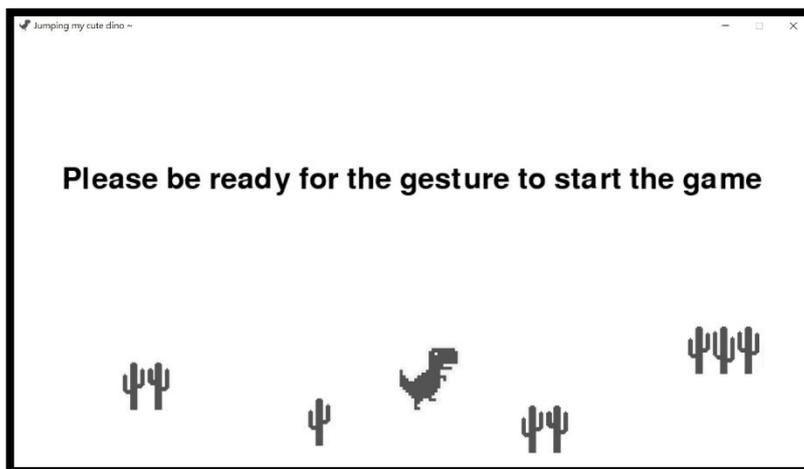
B、蹲下姿勢：右肩的移動量  $Y\_move$  值大於  $0.2$ 。



圖七、跳躍姿勢



圖八、蹲下姿勢

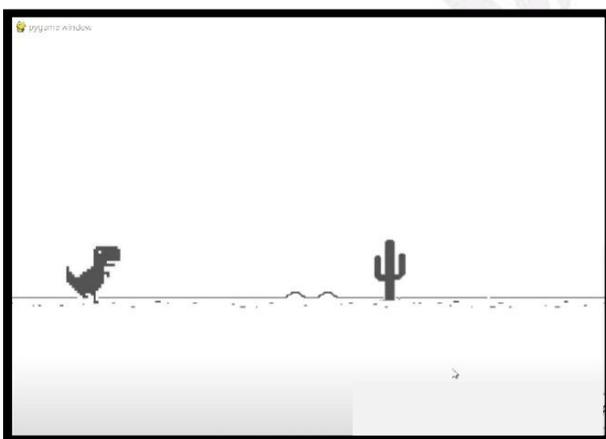


圖九、遊戲開始畫面

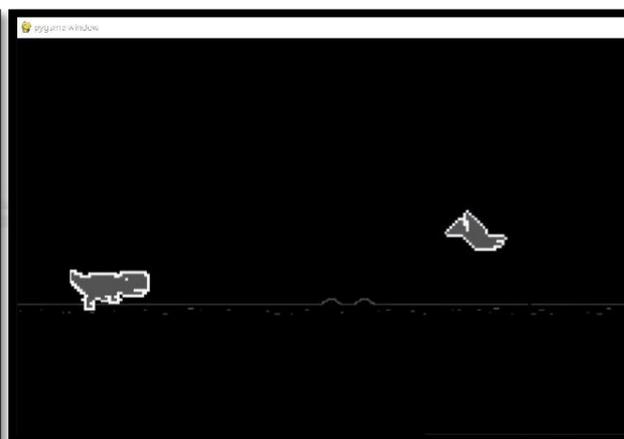
開啟遊戲後，首先會先看到遊戲開始畫面，如圖九。畫面上會顯示「Please be ready for the gesture to start the game.」的提醒文句，讓玩家準備好開始手勢以進入到遊戲中。

#### B、遊戲過程

為增添趣味性，讓玩家玩得不無聊，因此，在遊戲分數超過 300 分後，每 300 分為一個循環變換背景顏色，如下圖所示。



圖十、遊戲介面(白)



圖十一、遊戲介面(黑)

#### C、遊戲結束

遊戲結束後則會進入分數畫面，在畫面中可以看到自己本局的分數，如圖十二。除此之外，系統也會告訴玩家，若想要再次開始遊戲，則需要再次比出開始手勢。



圖十二、遊戲結束畫面

## 八、未來展望

### 1. 優化偵測動作：

更準確的偵測範圍，包括暫停、開始、蹲、跳。

### 2. 提供站立位置建議：

若玩家站的位置太近太遠時，螢幕會顯示提示字，提醒玩家該往何處移動。

### 3. 自動偵測拍攝角度：

讓鏡頭自行調整仰角，方便玩家快速進入遊戲。

### 4. 新增小恐龍外觀：

賦予遊戲點數意義，當玩家獲得一定點數時可以進到類似商店的地方為自己的小恐龍裝扮，創造獨一無二的小恐龍。

### 5. 新增小恐龍武器：

為增添趣味性，玩家也可以到商店中使用點數購買武器。在遊戲中，玩家可以使用武器破壞障礙物，因此，當玩家遇到障礙物時就不必奮力跳起，可以得到短暫休息。而武器使用方式可以設計為玩家做出指定連續動作，亦或是遊玩時出現類似能量點的東西，當收集到指定數量就可以使用一次武器。

### 6. 增加互動性：

初步想法是將遊戲以接力賽的方式進行。當第一位玩家死亡，系統會記

住第一位玩家的分數，而第二位玩家玩遊戲時，可以接續第一位玩家的分數繼續將分數向上提升。而進階想法為增加雙人競賽的遊戲形式，讓玩家們互相比較存活點數。此部分，我們認為可以使用畫面切割的方式，讓兩位玩家同時同地遊玩。

#### 7. 增加遊戲初始速度的選擇：

玩家可以在遊戲開始前選擇初始速度，初始分數的倍率也會隨著初始速度選擇的不同而不同。速度越快難度越高，越有挑戰性，倍率越高，獲得的分數也會越高。

#### 8. 增加遊戲難度：

當玩家存活越久，遊戲畫面可以有短暫的震動效果(類似地震、閃爍、放大縮小或飄移)，也可以直接上下顛倒或左右置換。

## 九、結論

本系統使用 Python 中的 OpenCV 函數與 MediaPipe 套件的人體偵測功能，偵測使用者身體的各關節點位置。接著，專注於使用者的肩膀、手肘的座標位移量，判斷使用者目前的動作是站立、蹲下或是跳起。

同時，本系統也搭配 Pygame 製作互動式遊戲。模仿 Google Chrome 中的小恐龍遊戲，加上音效及背景顏色的改變等多樣化的功能，並結合上述的人體姿勢偵測功能，讓使用者可以利用自身的動作去控制遊戲中的角色，以避開障礙物讓遊戲繼續進行，進而達到強身健體之功效，同時又兼具了趣味性及互動性。

除此之外，為了使用者能夠完全使用系統中的人體偵測的功能操控遊戲，不用在電腦裝置和動態偵測功能兩邊操控，本系統同時使用手勢控制遊戲的開始與暫停，讓使用者可以直接在鏡頭前做到所有的遊戲控制功能。

接著，也因為遊戲所有操作皆依據使用者的姿勢改變，所以，使用者是否在偵測範圍中以及姿勢是否標準即是遊戲運作中非常重要的一環。因此，因考量到這一點需求，本系統在偵測視窗中設計了提示字樣，讓使用者可以得知是否有站在偵測範圍的中心，以及目前系統偵測出的姿勢為何。同時，使用者需要在遊戲開始前，站到偵測範圍內適當的位置，系統才會辨識為使用者已準備好，可以開始遊戲。

結合以上功能，不論使用者年紀大小，本系統能讓使用者在使用上，除了鍛鍊自己的體能，同時也不失趣味性。同時，讓大人小孩在家中使用時，也可以透過使用此系統，增加親子間的互動。

## 十、參考文獻

1. G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, “On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions,” *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, pp. 529–551, April 1955.
2. Camillo Lugaresi, Jiuqiang Tang, Hadon Nash, Chris McClanahan, Esha Uboweja, Michael Hays, Fan Zhang, ChuoLing Chang, Ming Guang Yong, Juhyun Lee, Wan-Teh Chang, Wei Hua, Manfred Georg, and Matthias Grundmann. “MediaPipe: A Framework for Building Perception Pipelines” arXiv preprint arXiv:1906.08172, 2019.
3. Xu, J., Yu, Z., Ni, B., Yang, J., Yang, X., Zhang, W. Deep kinematics analysis for monocular 3d human pose estimation. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Seattle, WA, USA, 13–19 June 2020; pp. 899–908.
4. Bazarevsky, V.; Grishchenko, I. On-Device, Real-Time Body Pose Tracking with MediaPipe BlazePose, Google Research. Available online: <https://ai.googleblog.com/2020/08/on-device-real-time-body-pose-tracking.html> (accessed on 10 August 2021).

