

AR 養成遊戲 - 迷你夥伴

AR Pet Simulation Game - Mini Companion

張勤振 張育庭 鄭展丞 唐一堃

國立聯合大學 資訊工程學系

苗栗市南勢里聯大2號

ccchang@nuu.edu.tw

{U1124010,U1124046,U1124051}@o365.nuu.edu.tw

摘要

針對現代人渴望寵物陪伴卻受限於現實環境的問題，本研究開發一款結合擴增實境（AR）與人工智慧（AI）的虛擬寵物應用程式，突破傳統螢幕限制，將角色帶入真實場景。系統後端採用 Google Firebase 處理驗證與數據，並設計雲端與本地 JSON 的混合存檔機制；另整合小遊戲與商店經濟系統以提升使用者黏著度。本研究實作驗證了 AR 與 AI 技術結合的可行性，成功提升角色的視覺存在感與互動深度，為無法飼養實體寵物者提供一種低門檻、無負擔且具高度沉浸感的療癒陪伴新選擇。

關鍵詞： 擴增實境(AR)、虛擬寵物、手部追蹤

Abstract

To address the desire for pet companionship amidst real-world constraints, this study develops a virtual pet application integrating Augmented Reality (AR) and Artificial Intelligence (AI). By transcending traditional screen limitations, the system introduces virtual characters into real-world scenarios. The backend utilizes Google Firebase for authentication and data management, employing a hybrid storage mechanism with local JSON caching to ensure data integrity and smooth gameplay in offline modes. Additionally, mini-games and an economic system are integrated to enhance user retention. This study validates the feasibility of combining AR and AI, successfully improving visual presence and interactive

depth to offer a low-threshold, immersive, and therapeutic companionship alternative for those unable to own physical pets.

Keywords: Augmented Reality (AR), Virtual Pet, Hand Tracking

1. 緒論前言

1.1 研究背景

現代人生活壓力大且孤獨，雖渴望寵物陪伴，卻常受限於空間、經濟、時間等現實因素而無法飼養。現有手機虛擬寵物遊戲多侷限於平面螢幕，缺乏臨場感與真實陪伴體驗。

1.2 研究目的

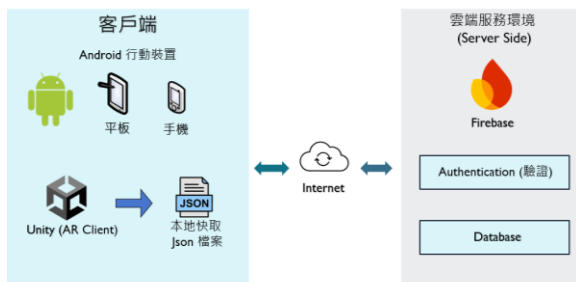
針對現代玩家對角色個性與真實反饋的重視，本研究旨在開發一款結合手機擴增實境（AR）技術與 AI 行為模型的虛擬寵物應用程式。

此應用將虛擬角色從螢幕帶入使用者的真實生活場景，藉此解決現代人渴望寵物陪伴卻無法飼養的困境。研究重點為運用 AR 技術提升虛擬角色的視覺存在感，並設計角色能根據玩家的餵食、手勢與聊天等自然互動，逐漸改變性格與情緒，模擬真實的陪伴體驗。

2. 系統架構與使用軟體

2.1 系統架構

共分為四個部分：AR 偵測系統、角色系統、後端資料庫以及基礎應用。



圖一、遊戲架構圖

2.2 開發環境介紹

2.2.1 Unity

本系統使用Unity引擎進行開發，搭配 AR Foundation 套件來實現擴增實境的功能，主要用到的是平面偵測，讓虛擬物件可以放置在真實環境中的地板或桌面上，另外也有嘗試加入遮擋效果，這樣視覺效果會更自然。

2.2.2 Visual Studio Code

撰寫程式碼主要使用 Visual Studio Code，主要是以C#為主撰寫程式，除此之外在連接資料庫的時候，可以直接在一個編輯器裡處理所有檔案，省去很多切換環境的麻煩。

2.2.3 Firebase

選用 Google Firebase 提供了強大的 Unity SDK 支援，主要應用於以下兩個層面：

1. 身份驗證：負責處理玩家的帳號註冊、登入以及電子郵件驗證。系統會為每位使用者生成唯一的 UID，作為資料庫存取的安全憑證，確保每位玩家的資料獨立且安全。
2. 即時資料庫：採用 JSON 樹狀結構儲存遊戲數據（包含角色屬性、持有金幣及背包道具）。透過 Firebase 的即時同步功能，玩家的遊戲進度可儲存於雲端，實現跨裝置遊玩不掉檔。此外，配合本地 JSON 備份機制，即使在網路不穩定的環境下，遊戲仍能正常運作。

2.2.4 Blender

在 3D 建模的部分是使用 Blender 來製作角色模型與動畫，搭配 AssetStore 與 mixamo 的免費資源素材，做基本的角色身體建模，建完後再加上骨架和簡單的動作動畫。

3. 系統功能

本專題涵蓋了基礎應用（如背包、商店、金幣系統）、寵物 AI 對話功能，以及 AR 偵測地面與手勢判斷生成物件等進階功能。此外，系統後端整合了 Firebase 雲端資料庫，實現跨裝置的資料同步與備份。

3.1 基礎應用

基礎應用包含使用者介面（GUI）與經濟系統。商店系統允許玩家消耗金幣購買食物與玩具；背包系統則用於管理已購買的道具，並可直接點擊使用。小遊戲系統包含『垂直平台挑戰』與『橫向捲軸冒險』，玩家需透過操控角色生存或收集金幣，遊戲結束後的積分將轉換為金幣並存入 Firebase 雲端資料庫與本地 JSON 存檔，供玩家於商店消費，形成完整的經濟循環。

3.2 寵物對話功能

遊戲啟動時，系統優先嘗試連線 Gemini API，若失敗則啟用離線對話資料以確保運行。連線成功後，系統會檢查 Conversation.json 提取角色屬性與對話紀錄，以延續或生成新的互動情境。

系統根據 Gemini 回傳生成角色回應，玩家的每次選擇皆會影響角色屬性值，AI 並回傳數值增減判斷寵物性格。完成對話後，新的屬性與互動內容會即時儲存於 Conversation.json，確保角色個性持續演化。歷史對話資料則獨立存入 History.json 作為寵物長期記憶紀錄，於下次對話時傳送給 AI 延續情境。

3.3 後端資料庫

本系統採用 Google Firebase 作為後端服務，結合客戶端本地存檔，實現穩定且具離線功能的資料管理系統。架構分為 Firebase 雲端與客戶端。雲端利用 Firebase Authentication 處理登入驗證，並用 Realtime Database 儲存與同步核心資

料。客戶端 DataManager 負責協調資料流，本地 JSON 存檔則作為快取，支援離線遊玩與提升讀取效率。

系統的資料載入與初始化流程設計如下：

1. 初始化與雲端讀取：

當玩家登入遊戲後，DataManager 會優先向 Firebase Realtime Database 請求最新雲端資料。

線上模式處理：讀取成功且雲端有資料時，系統直接載入並同步更新至本地 JSON。若雲端無資料（新玩家），則創建預設資料，存入本地 JSON 並同步上傳至 Firebase。

2. 離線模式處理：

讀取失敗但本地有快取時，系統轉而載入本地 JSON 繼續遊玩。若讀取失敗且本地無快取，系統會創建全新的預設資料暫存於本地，讓玩家可以開始遊戲。

當所有資料載入完成後，系統會通知 UI 進行更新。總結來說，透過此種「雲端為主，本地為輔」的混合式架構，不僅確保了玩家資料的安全性與跨裝置同步的能力，也透過本地快取機制，大幅提升了系統在網路不穩或離線狀態下的穩健性與使用者體驗。

4. 系統 AR 功能

系統依據以下部分進行拆解：真實環境分析、手部影像判斷、三維座標映射、手部模型建構、手勢辨識，以及虛擬物件互動。

4.1 平面偵測與 AR 環境理解

系統利用 ARCore 分析影像，找出平面的形狀、邊界與追蹤狀態，透過 AR Placement Manager 建立 Mesh Collider 為虛擬物件提供穩定的放置與物理基礎。為維持場景可靠性，平面狀態改變時系統會更新 Mesh Collider，並進行可用性檢查（如距離限制），防止物件放置在不合理位置。

4.2 手部影像取得與推論流程

環境偵測完成後，系統透過 ARCameraManager 取得即時影像（XRCpuImage），並轉換為 Mediapipe 模型所需的 Srgb 格式。為優化效能，系統使用 isDetecting 和 detectionInterval 控制判斷頻率，並以 Live Stream 非同步模式輸入 HandLandmarker 模型。判斷完成後，HandLandmarkerRunner 回傳 21 個關鍵點、手別及置信度等資訊，系統隨即清除並更新資料，以維持後續使用的穩定性。

4.3 手部關鍵點轉換與 AR 世界映射

取得 Mediapipe 結果後，系統將模型的 2D 座標轉換為 AR 世界中的 3D 位置。若偵測到手部，則對 21 個關鍵點使用指數移動平均（EMA）進行平滑處理。系統先將 Mediapipe 的正規化座標轉換為像素座標，接著透過 AR Raycast 決定深度，並使用 ARCamera.ScreenToWorldPoint 將 Landmark 轉換為 AR 世界座標，利用 SmoothDamp 使手部節點動作更自然，同時同步更新手別資訊。

4.4 手部形狀重建、方向估計與可視化

DrawHandLandmarksInAR 模組負責重建手部模型並估計方向。系統透過 landmarkPool 重用節點物件，並搭配不同材質區分左右手以提升效能。手部方向透過向量組合進行估計，並根據左右手鏡像結構調整，最終應用 LookRotation 呈現完整的 3D 姿態。系統可根據需求開啟或關閉手部碰撞，並可隱藏節點顯示或進行高度修正，確保良好的 AR 視覺效果。

4.5 手勢分析與手心狀態判斷

系統將 21 個平滑化的 landmark 傳給 HandGestureDetector 進行手勢與手心方向分析。手勢辨識基於指尖到指根的距離比率，並使用多影格檢查確保穩定性。手

心方向則透過手掌法向量與相機前向的點積決定，同樣採用穩定影格數濾除。系統依據手指伸展組合判斷特定手勢類型，並以手心中心作為虛擬物件互動的參考點。

4.6 虛擬物件物理互動

在得知手勢與手心方向後，SummonBallWith3DHand 模組負責虛擬物件的生成、持有、切換與物理控制。系統利用 SummonConfig 使不同手勢可召喚不同物品，並設有穩定時間防止意外切換。當左手心朝上時，系統生成物件並以 kinematic 方式持有；當左手翻轉為手背並符合掉落條件時，物件會切換為非 kinematic 受重力影響掉落。右手則用於清除所有召喚物件，重置場景。此模組實現了多物件、多手勢、自然物理的 AR 虛擬互動。

5. 作品成果

5.1 遊戲介面展示

以下為遊戲 app 的功能展示

5.1.1 起始頁面

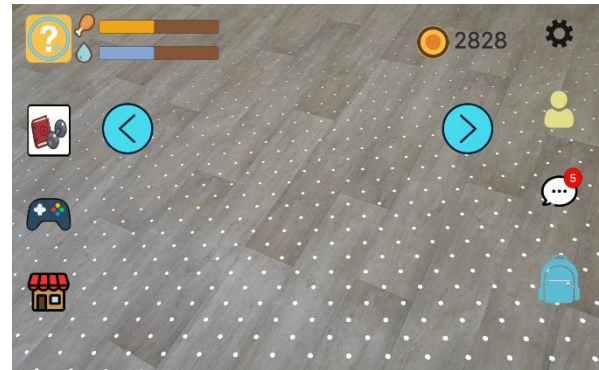
此畫面提供使用者註冊及登入功能，並寄送電子郵件驗證信。



圖二、遊戲起始畫面註冊登入

5.1.2 主畫面

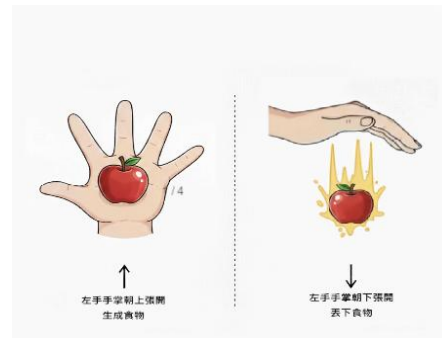
主畫面主要顯示 AR 偵測的相機範圍，功能有：說明書、玩具放置開關、小遊戲、商店、設定、屬性頁面、寵物 AI 對話及背包。畫面左上角設有飽食度和口渴值的 slider，右上方顯示金幣數量。



圖三、遊戲主畫面圖

5.1.3 說明書

讓玩家知道 AR 功能如何操作。



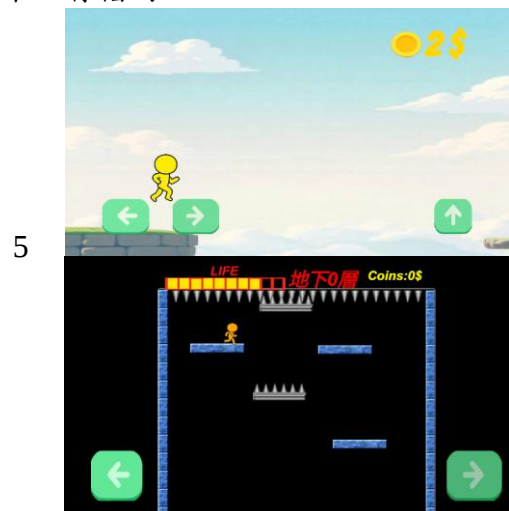
圖四、遊戲說明書圖

5.1.4 小遊戲

本系統設計了兩款小遊戲來增加使用者黏著度並建立遊戲經濟循環：

1. 垂直平台挑戰： 玩家操控角色向上攀升，以挑戰最高層數計分，結束後轉換為金幣獎勵。
2. 橫向捲軸冒險： 玩家控制角色在自動捲動關卡中前進跳躍，具備動態難度，計分並轉換為金幣。

兩款遊戲獲得的金幣皆會寫入 Firebase 與本地存檔的。





- (1) 橫向捲軸挑戰
- (2) 垂直平台挑戰
- (3) 遊戲結束後資訊彈窗

圖五、小遊戲圖

5.1.5 商店介面

可在商店購買玩家所需物資。



- (1) 遊戲商店圖
- (2) 購買彈窗

圖六、遊戲介面圖

5.1.6 設定功能

可更改角色姓名及背景音樂和環境音效的大小，以及登出帳號。



圖七、遊戲主畫面圖

5.1.8 屬性值顯示頁面

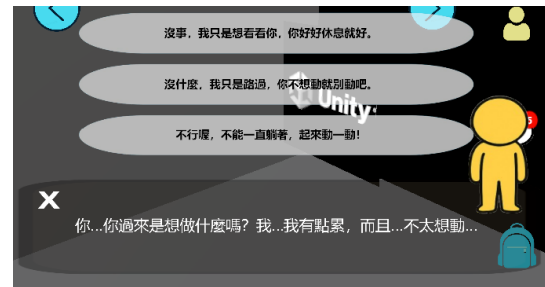
顯示寵物目前狀態值。



圖八、遊戲屬性值頁面圖

5.1.9 寵物聊天頁面

不同的選擇會改變到寵物的屬性值，且將歷史對話存起來，可養出專屬於玩家的獨特性格。



圖九、寵物對話頁面圖

5.1.10 背包

購買的物品會在背包頁面顯示，且能選擇手勢生成的物件。



圖十、遊戲背包功能圖

5.2 角色動畫與音效

使用 blender 製作人物模型及綁定人物骨骼，並使用 Unity 的 Animation 功能將物件綁定到角色手上。

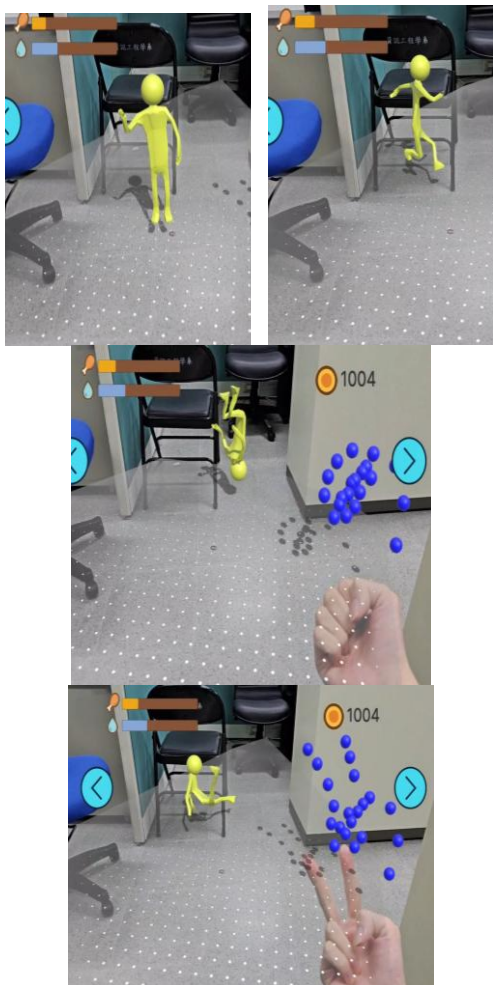
5.3 角色動畫與互動

採用 Unity 的 Animator State Machine (動畫狀態機) 進行管理，

1. 狀態邏輯: 設定 Walk 為預設待機。點

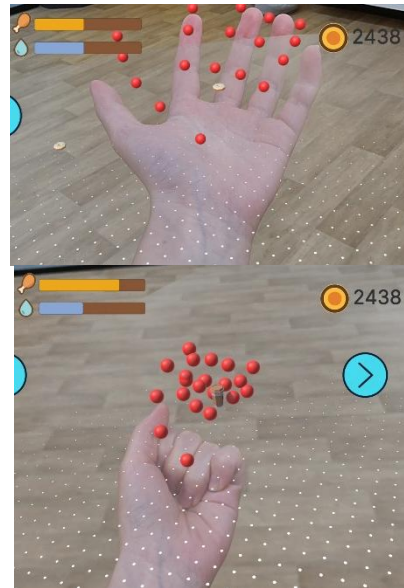
擊互動，從 Walk 狀態觸發後返回待機。手勢互動則由 Any State 觸發，允許玩家隨時中斷當前動作，提升反應速度。

2. 懸崖偵測：角色移動邏輯加入環境感測機制。透過前方 Raycast 偵測「地面」，若偵測到懸崖或邊界，角色會自動停止或轉向，防止虛擬角色掉出真實平面範圍。
3. 手勢互動：玩家可透過特定手勢生成物件，例如手掌朝上張開生成食物，握拳則產生飲料。



- (1) 點擊一下(揮手)
- (2) 點擊兩下(跳舞)
- (3) 手勢0(後空翻)
- (4) 手勢2(鞍馬動作)

圖十一、角色互動動畫



(1)張開手指生成食物圖

(2)握拳生成飲料圖

圖十二、手勢生成物件圖

5.4 音樂與音效

本系統實作了單例模式的音樂管理器，以提供連貫的聽覺體驗，透過 DontDestroyOnLoad 跨場景運作，實現背景音樂（BGM）的無縫播放與暫停。進入小遊戲時暫停 BGM，返回主畫面時自動恢復。音量調整即時生效，並同步寫入 Firebase 與本地資料庫，確保玩家設定永久保留。

6. 結論

本系統透過 AR 技術建構出富有互動性與陪伴感的虛擬角色環境，提供使用者嶄新的數位養成體驗。透過手勢餵食與互動、小遊戲賺金幣以及和寵物對話等自然操作，玩家能與虛擬角色建立情感連結，並觀察其行為變化與狀態反應。

7. 專題作品影音平台網址

<https://youtu.be/IULdbpJtNgY?si=9tdGicfwbzmGCJcn>

參考文獻

[1] 支援 ARcore 的裝置

<https://developers.google.com/ar/devices?hl=zh-tw>

[2] ARfoundation 參考

<https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@6.1/manual/index.html>

[3] Unity 官方網站

<https://unity.com/>

[4] Unity 硬件規格

<https://docs.unity3d.com/Manual/system-requirements.html>

[5] Unity 基礎練習資源

<https://learn.unity.com/tutorial/unity-essentials-install-unity?pathwayId=664b6225edbc2a01973f4f19&missionId=664bdda6edbc2a09177bccae#>

[6] Visual Studio Code 官方網站

<https://code.visualstudio.com/>

[7] PhpMyAdmin 官方網站

<https://www.phpmyadmin.net/>

[8] 角色走路動畫製作參考：

<https://youtu.be/uZP6nUhCZow?si=B1JUIO1d29znrwKg>

[9] UnityWebRequest MySQL 教學

<https://www.cg.com.tw/UnityWebRequest/>

[10] Blender 官方網站

<https://www.blender.org/>

[11] 林煒揚，"以混合方法探索擴增實境遊戲的使用者經驗"，國立交通大學傳播研究所，碩士論文，2017.

[12] 謝旻儕、黃凱揚，"AR 擴增實境好好玩：結合虛擬與真實的新科技應用"，臺北市：松崗資產管理，2016.

[13] 王國雄，"輔助古蹟寺廟行動學習之多標記擴增實境遊戲的互動模式研究"，大同大學工業設計學系碩士論文，2010.

[14] 林書磊，"擴增實境介面操作模式之易用性及滿意度探討—以螢幕與虛擬介面為例"，國立臺北教育大學理學院數位科技設計學系玩具與遊戲設計

碩士班，碩士論文，2018. 6.

[15] 郭桐霖，"結合擴增實境技術與物理特性之數位遊戲開發與設計"，國立臺北教育大學數位科技設計學系(含玩具與遊戲設計碩士班)碩士論文，2009.