

# 第十七屆旺宏科學獎

## 成果報告書

參賽編號：SA17-380

作品名稱：使用機器手臂完成橋牌之人機對弈

姓名：陳冠學

關鍵字：橋牌、人工智慧、人機對弈

## 摘要

本研究實現結合機器手臂及影像辨識和人工智慧三大要素，製作可與實際玩家進行橋牌遊戲的機器人。透過攝影機拍攝牌面影像進行影像辨識四大程序，輪廓識別、卡片旋轉、區域判斷、OCR 分析，識別出撲克牌的花色和點數，將牌面上各家打出的牌色及機器人的手牌傳給人工智慧，讓人工智慧可以收集已經揭露的資訊，分析對手及夢家手上可能的牌色，透過判斷場上牌數、判斷場上最大牌、來決定出牌的策略該以大過場上的牌出，還是因隊友為場上最大的牌，出最小的牌，以取得獲勝的機會。橋牌遊戲分為叫牌及出牌兩個階段，本研究著重於讓機器手臂可以依據人工智慧的判斷，完成正確而合理的出牌動作，讓機器手臂可以完成取牌、協助視覺辨識、出牌的動作，完成完整的牌局。

## 壹、研究動機

學期初學校曾安排參觀過 2017 年自動化工業大展，展場中有很多使用機器手臂做生活中人在做的事，例如下棋、打麻將及倒飲料等服務型機器人方面的應用，在加上看到關於 AlphaGo 相關的報導，知道他是運用蒙地卡羅進行圍棋的人機對弈，不過他需要有真人來根據螢幕上的結果來下棋，而我們希望可以嘗試撰寫橋牌的人工智慧程式，並加上機械手臂的實際出牌動作，使其對弈的過程更加人性化。

## 貳、研究目的

- 1、研究機器手臂的運動，讓機器手臂可以明確移動到指定的座標，執行吸、放的動作。
- 2、研究橋牌人工智慧，讓人工智慧可以按照規則合理出牌，取得勝場。
- 3、研究影像辨識，讓影像辨識可以準確的辨識花色及點數。
- 4、運用具備機器手臂、影像辨識，並配合人工智慧進行橋牌遊戲的機器人。

## 參、研究過程

為了完成一個可以透過影像識別橋牌牌色，且具有人工智慧可以打橋牌的機器手臂，在研究流程上我們則針對機器手臂、人工智慧及影像識別進行研究。研究流程如圖 1 所示。

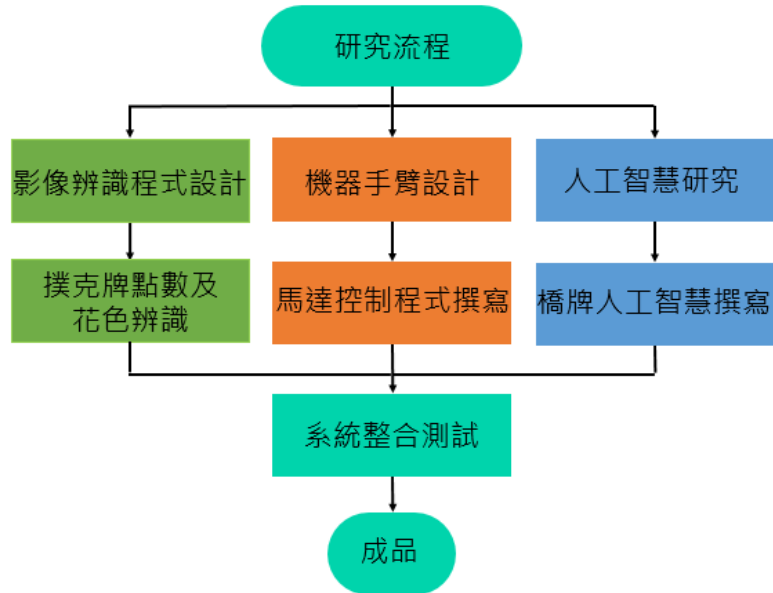


圖 1 研究流程

實體結構上必須擁有攝影機、機器手臂作為視覺及打牌動作的媒介，將 AI 建構在電腦上面，透過機器手臂與人做打牌過程的互動。結構示意圖如圖 2 所示。

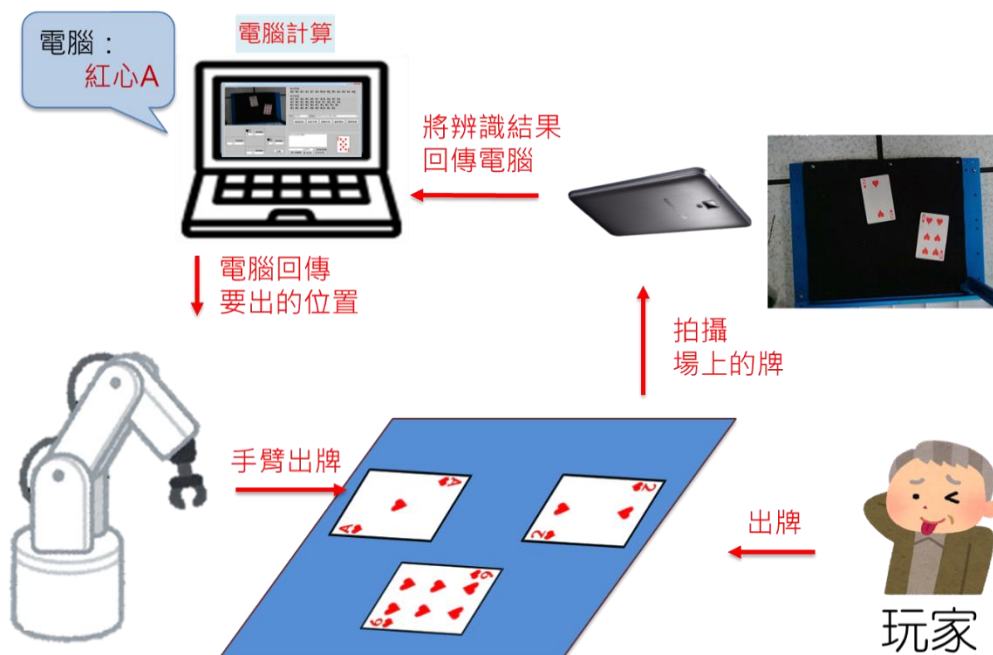


圖 2 系統架構圖

### 1. 機器手臂設計：

機器手臂共有5軸組成，第一個控制左右，第二個和第三個控制上下和前後，第四個控制吸盤角度，第五個負責將牌轉正。藉由極坐標及餘弦定理的運算，控制1-4軸的旋轉角轉換成X-Y-Z的立體座標。移置到目的地，藉由幫浦及吸盤做吸牌及放牌的動作。

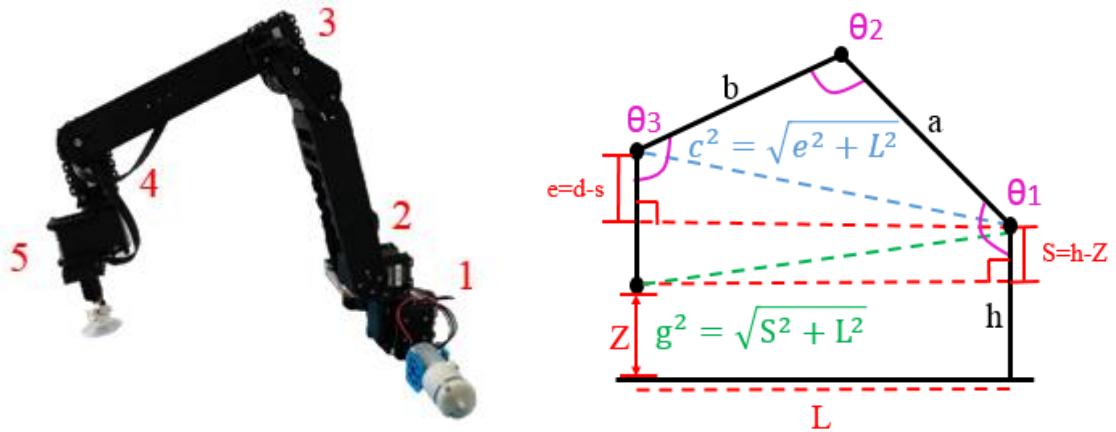


圖 3 機器手臂結構介紹

### 2. 人工智慧(打牌)：

先篩選可打出的牌，再用選出的牌用蒙地卡羅方法選出吃墩數最多的牌，蒙地卡羅方法是一種隨機取樣的方法，透過大量的模擬來求得近似解，先設定好規則，便可合理的進行模擬打牌。橋牌遊戲是一種機率遊戲，牌面變化多，因此藉由隨機取樣的方式求得大部分情況的最佳解。

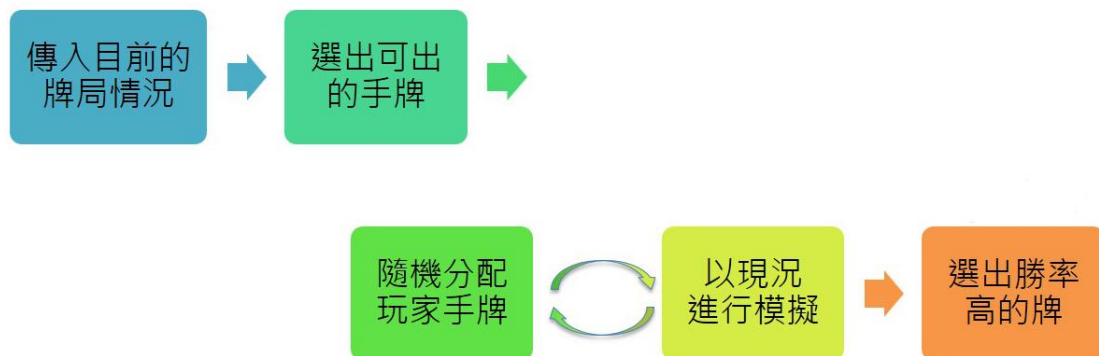


圖 4 打牌程式流程

### 3. 蒙地卡羅方法：

蒙地卡羅方法是一種以機率為基礎的方法，接著經過大量的模擬將會求得近似解。主要是用於那些由於計算過於複雜或者根本沒有解法的問題。我們可以先設定好規則，以免出現不合理的規則，接著進行模擬。譬如我們先隨機發牌，接著模擬打牌，由於不知對手如何打，因此將隨機選一張合理的牌，經過數局模擬將會模擬大部分情況，因此可以求得該局出哪張牌可以配合大部分情況。

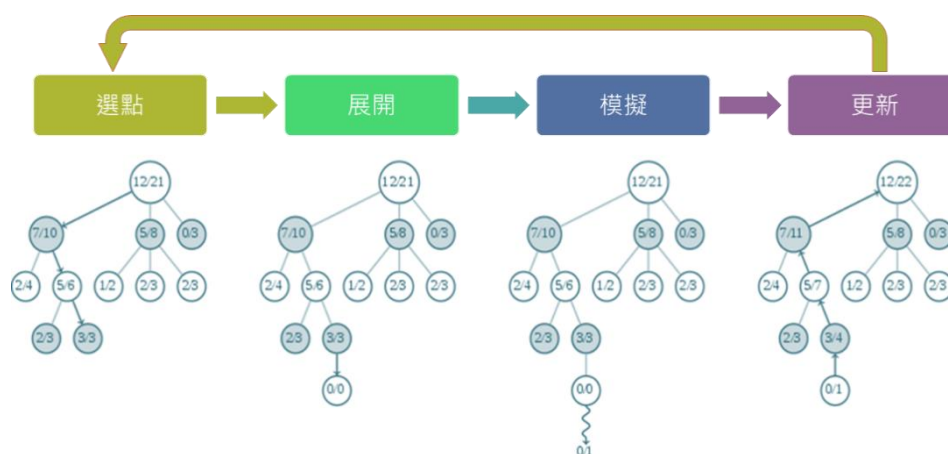


圖 5 蒙地卡羅示意圖

### 4. 影像分析：

當影像從盤面上拍攝後，必須進行影像處理，藉由判斷盤面上撲克牌的位置、花色、數字，來建構出一個遊戲的狀態，供後續人工智慧的部份進行分析，將辨識的結果提供給人工智慧作為決定下一步的叫牌及打牌的依據，再依據這些結果指揮機器手臂完成必要的動作。

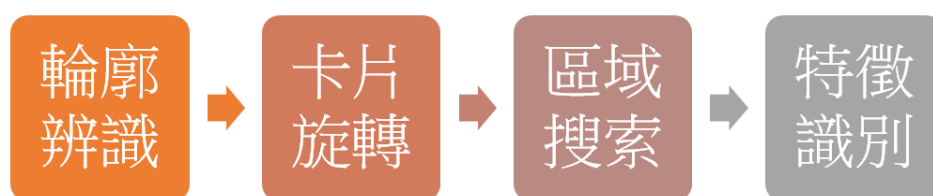


圖 6 影像辨識流程

#### 3-1. 輪廓辨識：

目的是在畫面中找到撲克牌的位置。採用輪廓偵測，會檢測到許多雜點，而影響邊緣的檢測。將原圖進行二值化後，在進行影像模糊處理，以減少雜點的干擾，提高成功率。

邊緣偵測採用 EmguCV 的 findContours，使用方法如下：

```
void findContours (  
    InputOutputArray image,  
    OutputArrayOfArrays contours,  
    int mode,  
    int method,  
    Point offset=Point())
```

- image：輸入圖，使用八位元單通道圖，所有非零的像素都會列入考慮，通常為二極化後的圖。
- contours：包含所有輪廓的容器(vector)，每個輪廓都是儲存點的容器(vector)，所以 contours 的資料結構為 vector<vector>。
- hierarchy：可有可無的輸出向量，以階層的方式記錄所有輪廓。
- mode：取得輪廓的模式。
- method：儲存輪廓點的方法。

findContours 取得輪廓的 mode 有兩種，本研究採用 ChainApproxSimple 的模式，也就是找到完全包裹撲克牌而不傾斜的最小矩形，如下圖所示。

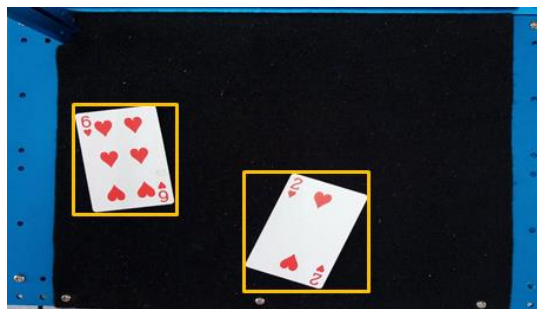


圖 7 輪廓偵測的流程

### 3-2. 卡片旋轉：

為方便影像的特徵搜索、比對，我們使用三角函數計算牌的傾斜角度並加以旋轉，使其成為垂直，使用方法如下：

$$\theta = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

**public void RotateFlip ( RotateFlipType rotateFlipType )**

- rotateFlipType：指定的旋轉和翻轉來套用至映像類型的成員。



圖 8 撲克牌旋轉

### 3-3. 區域判斷：

在本次的研究中，採用了撲克牌角落花色和點數的特徵，來進行識別。為了找出待識別的特徵範圍，而進行區域判斷。

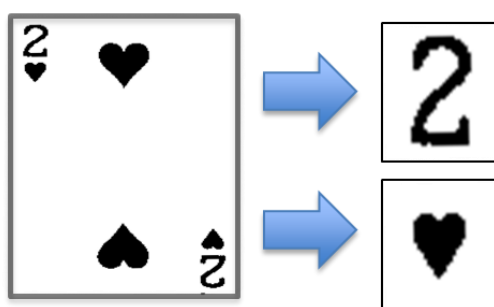


圖 9 區域搜索

### 3-4. 文字辨識：

點數的部分因為都是字母或數字，因此直接使用光學字元識別(OCR)可以得到的較好的結果。

花色的部分，把截取到的花色特徵，進行光學字元識別(OCR)，無法直接得到撲克牌的花色，將我們統計的結果作成權重表格，把辨識到每個字元出現次數，乘上字元權重表格的權重值，再乘上顏色特徵的權值，算出的四個加權值中選擇最高的，得到花色辨識的結果，完成影像辨識的動作。

表 1 權重表

	特徵	Spade	Heart	Diamond	Club
字元特徵	V	0.00	1.00	0.00	0.00
	(	0.13	0.53	0.00	0.34
	<	0.17	0.20	0.43	0.20
	5	0.22	0.03	0.13	0.63
顏色特徵	RED	0	1	1	0



圖 10 文字辨識



## 肆、研究結果

### 1. 花色與數字辨識成功率

#### 實驗說明：

在實際打牌的過程中，必須要可以辨識其他三家的牌色，並透過輪廓辨識分析拍攝的照片，找出撲克牌的位置，再透過特徵辨識牌色。

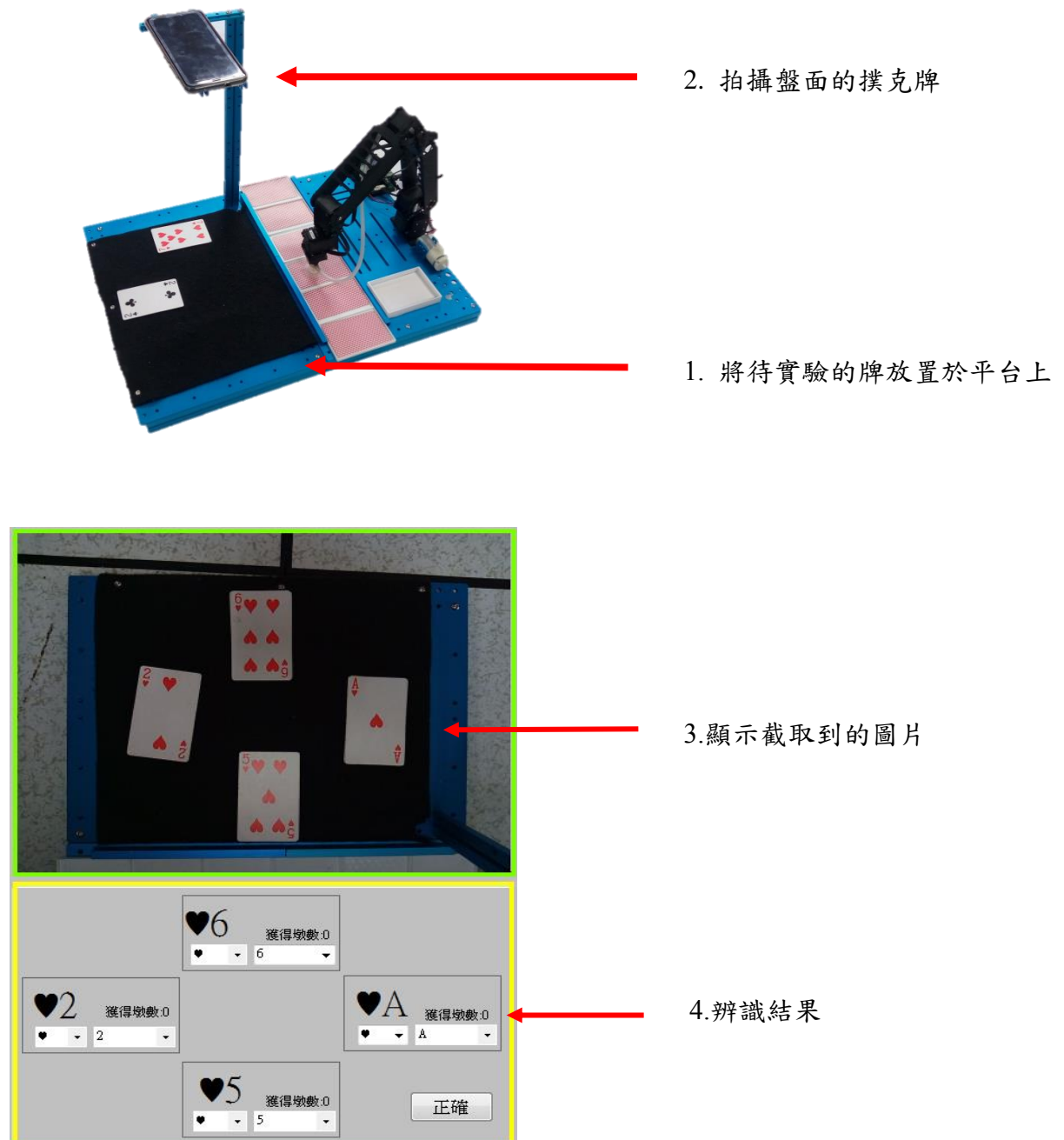


圖 11 盘面配置與結果

## 實驗結果：

透過以上的實驗，記錄每次成功的次數，得到各點數辨識的成功率如表 2 所示，花色辨識如表 3 所示。

表 2 點數 A-K 的辨識成功率

點數	辨識次數	成功次數	成功率	點數	辨識次數	成功次數	成功率
A	10	10	100%	8	10	10	100%
2	10	10	100%	9	10	10	100%
3	10	10	100%	10	10	9	90%
4	10	9	90%	J	10	10	100%
5	10	10	100%	Q	10	10	100%
6	10	9	90%	K	10	10	100%
7	10	9	90%	平均成功率			96%

表 3 花色的辨識成功率

花色	識別次數	成功次數	成功率
♣	10	9	90%
♦	10	10	100%
♥	10	10	90%
♠	10	9	100%
平均成功率			95%

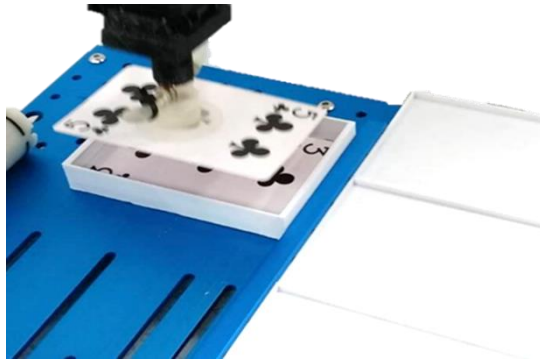
## 研究結論：

數字辨識成功率較高，但花色成功率較低，是花色會糊掉導致辨識失敗。

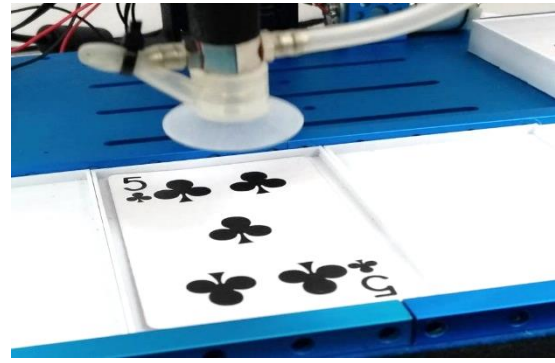
## 2. 機械手臂四組兩定點吸牌及放牌成功率

### 實驗說明：

- 2-1. 橋牌系統對於共設有 7 點，0 點為取牌區，也就是發牌到我方的置牌區域。
- 2-2. 1-6 點為放牌區，當手臂在 0 點吸牌後，移到攝影機辨識後，分別依序放到 1-6 區。該設計是為了讓電腦可以清楚該張牌放在哪個位置及第幾張，以便後續出牌可迅速出牌。
- 2-3. 為了瞭解機器手臂在四組兩個定點進行吸牌、放牌動作，及其成功率，一次成功吸牌與放牌才視為成功。
- 2-4. 藉由成功率評估系統是否可以順利玩牌。



(a) 吸牌



(b) 放牌

圖 12 實際動作

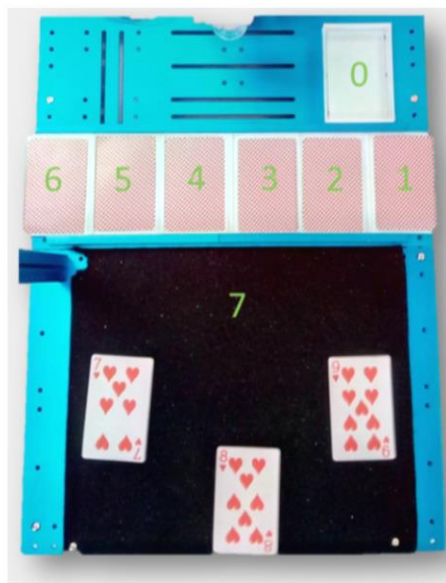


圖 13 實際定點圖

實驗結果：

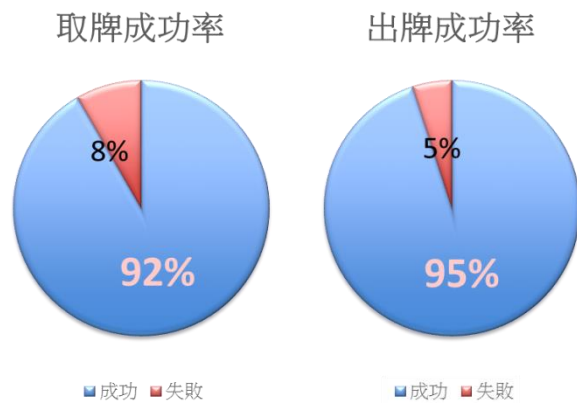


圖 14 實際定點圖

研究結論：

能完美達到吸牌並將牌取至於各指定點上。

### 3. AI 與橋牌程式對弈情況

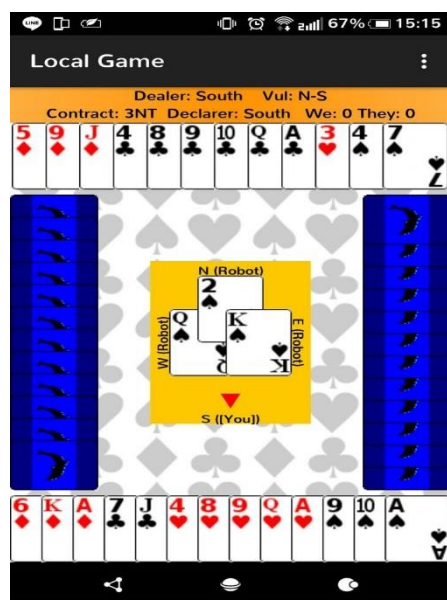
透過與線上橋牌 APP 實際對弈，了解程式的人工智慧是否具有獲勝的實力。使用開發的橋牌程式與下載的手機 APP 來進行對弈，輸入自己的牌和場上的牌給 AI，讓 AI 可以去猜測剩餘的牌，找出相應對的策略以取得勝場。



(a) 第三方所設計的橋牌 app



(b) 本研究所設計人工智慧橋牌程式



(c) 依序出牌



(d) 紀錄結果

圖 15 對弈

#### 研究結論：

經過十次的測試，獲勝六次人工智慧的勝率約達 60%。

## 伍、結論

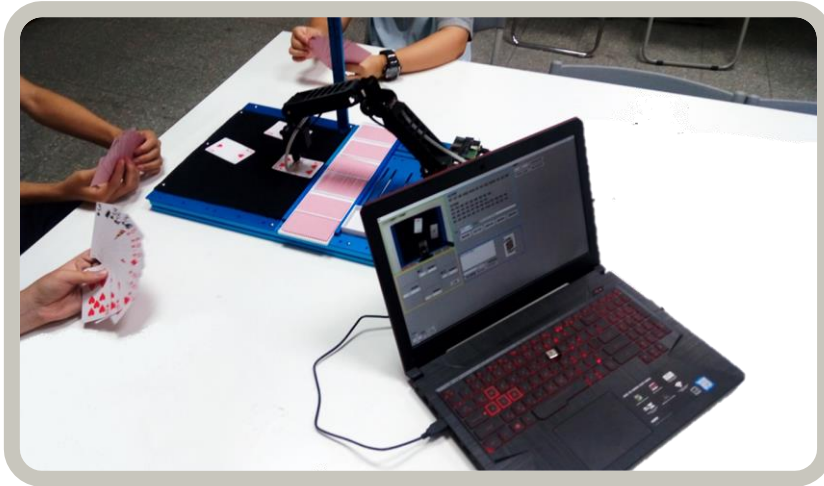


圖 16 人機對弈圖

在影像的部分，使用舊款網路攝影機時，拍攝的影像解析度不足，加上相似度計算花色只有 45% 的成功率。在改用解析度高的手機的鏡頭拍攝場上的出牌，再將辨識方法改為光學字元識別 (OCR)，點數可以達到 100% 的辨識率。花色由於辨識的字元集中在幾種可能的字元，在採用運用統計得到最高權重後，可以讓花色的辨識成功率高達 95%。

機械手臂，為了可以多取用卡牌，在吸盤端加入可以與 Z 軸同步旋轉的結構，使空間可以更有效率的運用，將原本可以擺設 4 個卡牌的空間，提升到 6 個卡牌。

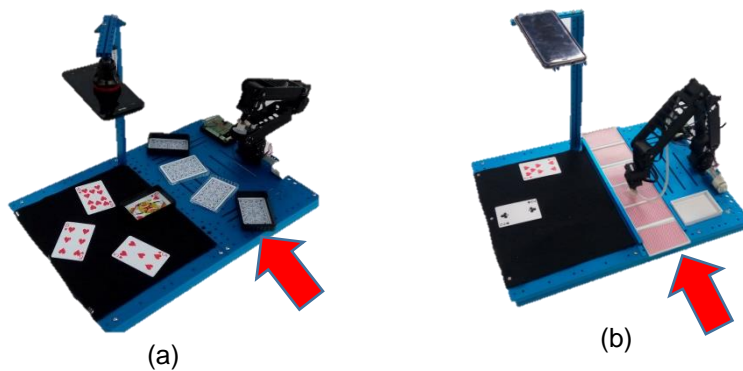


圖 17 機器手臂夾爪 Z 旋轉機構改善後可以擴充牌盒到六個

在人工智慧部分，使用規則邏輯出牌，但由於缺少人類思考的盲點，所以會打出不利於己的牌色。因此嘗試採用蒙地卡羅方法，可以避免思考盲點，來選擇勝率較高的牌色出牌，勝率由規則邏輯出牌的 4 成提升到大約 6 成。

整體測試階段進行對弈時，大部分時間可以正常與真人進行橋牌的對弈，然而有時候需要手動校正影像辨識的錯誤、機械手臂的故障，而目前人工智慧雖不能在橋牌上壓制高手的出牌，但與牌力一般的人對弈仍有 5 成以上的勝率。

研究成果如下：

- 一、攝影機找到牌的位置成功率達 100%，點數辨識成功率達 96%，花色辨識成功率大約 95%。
- 二、機器人手臂配合吸盤可以成功拿牌及放牌，成功率平均可達 92% 以上。
- 三、AI 可以依照牌局，做出正確的回應以進行遊戲。

## 陸、未來展望

- 一、讓機器人可以透過每次對弈學習，以提高勝率。
- 二、修繕叫牌人工智慧的演算法。
- 三、縮小體積及提高穩定度，以利於商品化。
- 四、加入其他牌類遊戲，增加其選擇性，和玩家的興趣。
- 五、運用類神經網路學習提高影像辨識的成功率。
- 六、加入語音辨識以利叫牌過程更加人性化。
- 七、透過深度學習技術讓人工智慧、影像辨識不斷提升，並結合雲端資料庫。
- 八、機器手臂有可靈活操作物體的動作，以結合影像辨識達到手臂校正的目的。
- 九、運用移動偵測判斷是否結束出牌的動作。

## 柒、參考資料及其他

黃信翰(2009)。吹牛骰子之人工智慧研究。國立臺灣師範大學資訊工程研究所碩士論文

葉俊廷(2008)。不完全資訊賽局蜜月橋牌之研究。國立臺灣師範大學資訊工程研究所碩士論文

林澤沅(2012)。蜜月橋牌考慮無王並改良各階段演算法之研究與實作。國立臺灣師範大學資訊工程研究所碩士論文

夏恩。【C#】用 EmguCV 繪製各種輪廓線。2018 年 1 月 15 日。取自 <https://dotblogs.com.tw/shaynling/2017/10/06/160053>