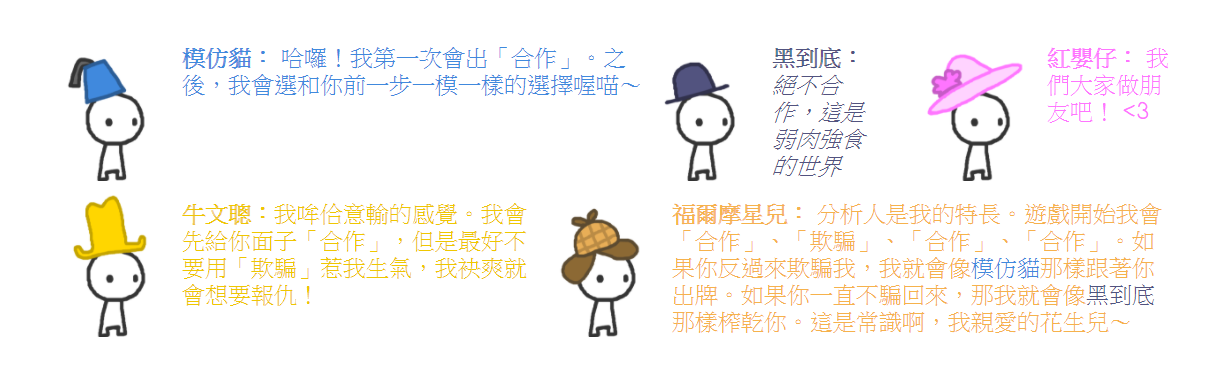
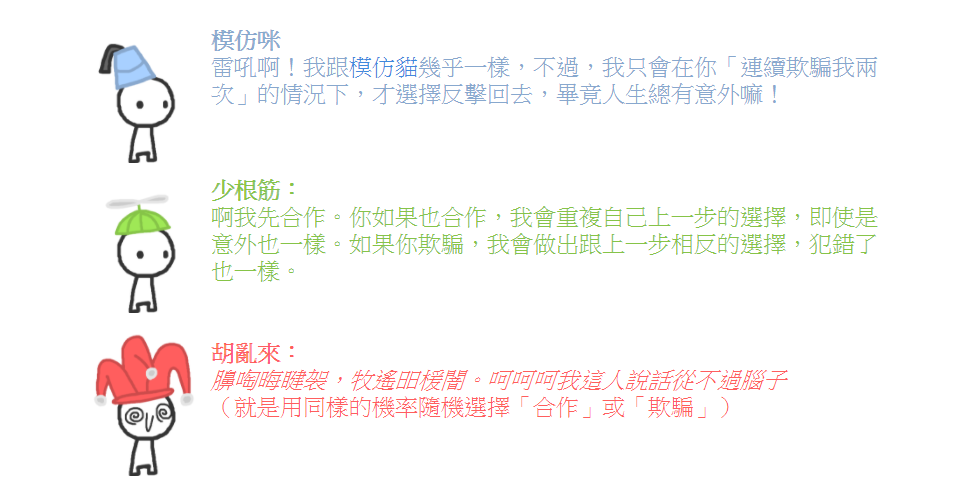
# 壹、前言

　　在練習寫程式的時候寫到了反覆的囚徒困境(Repeated Prisoner’s dilemma)，想找找看更不一樣的策略，就找到這個遊戲。

<https://audreyt.github.io/trust-zh-TW/>

　　遊戲中一共有8種角色，策略如下：





　　玩完之後，我想測「策略演化」，直接使用遊戲中的沙盒模式測。場上每個角色和餘下所有角色各完成一局後，列出分數排名，輸的策略會被淘汰掉，補上贏的策略，也就是「物競天擇」的概念。

　　沙盒模式限制總人數25人，可以自訂角色組成、報酬、每局走幾步、淘汰人數、犯錯機率。

**聲明：**

1. 本文件沒有重複測試多次，測試只有測一到數次來觀察趨勢而已。

2. 很多時候是先看到結果，再來猜原因。

所以準確度有限喔。

# 貳、實驗與推測

## 實驗一：模仿貓與紅嬰仔，犯錯機率

控制變因：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 角色成分 | 報酬 | 規則 |
| 模仿貓13、紅嬰仔12 | 雙合作+2/+2  合作欺騙+3/-1  雙欺騙0/0 | 每一局走10回  每一局淘汰5最低分、繁衍5最高分 |

操作變因：犯錯機率

|  |  |
| --- | --- |
| 犯錯機率 | 多局之後的結果 |
| 0% | 組成來回變動。 |
| 5% | 紅嬰仔優勢，模仿貓的數量在3~6之中徘徊，不至於消失。 |
| 10% | 紅嬰仔優勢，模仿貓的數量在4~10之中徘徊。 |
| 15% | 模仿貓的數量在6~14之中徘徊。 |
| 20% | 模仿貓的數量在12~16之中徘徊。 |

**分析：**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 犯錯＼沒犯錯 | 模仿貓 | 紅嬰仔 |
| 模仿貓 | 犯錯一次，錯誤是會一直傳遞的（像連閃器一樣） | 模仿貓欺騙紅嬰仔１次，後回歸正常。 |
| 紅嬰仔 | 紅嬰仔欺騙模仿貓1次，模仿貓被欺騙1次，後回歸正常。 | 犯錯一次，下１步就回歸正常。 |

0%→

大家分數完全一樣，淘汰跟繁衍都是用抽籤的而已。

5%→

模仿貓vs模仿貓的犯錯是扣分最嚴重的。

5%~20%→

犯錯率高一點，模仿貓反而進步了？

推測，模仿貓vs模仿貓時，較容易把錯誤改回來；

模仿貓vs紅嬰仔時，模仿貓犯錯背叛紅嬰仔不會被報仇，紅嬰仔犯錯的話是會被模仿貓報仇一次的。犯錯率越高，會越常發生。

## 實驗二：模仿貓與黑到底，犯錯機率

控制變因：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 角色成分 | 報酬 | 規則 |
| 模仿貓13、黑到底12 | 雙合作+2/+2  合作欺騙+3/-1  雙欺騙0/0 | 每一局走10回  每一局淘汰5最低分、繁衍5最高分 |

操作變因：犯錯機率

|  |  |
| --- | --- |
| 誤解機率 | 多局之後的結果 |
| 0% | 模仿貓贏。3局把黑到底清光光。  分析：模仿貓vs模仿貓時，會一直合作下去，拉高分數。模仿貓也只會被黑到底陰一次。  跟紅嬰仔的差距？因為模仿貓vs模仿貓，不出錯時，就和紅嬰仔一樣而已啊，但卻比黑到底好！ |
| 5% | 模仿貓贏。3局把黑到底清光光。 |
| 10% | 模仿貓贏。3局把黑到底清光光。 |
| 15% | 模仿貓贏。3~4局把黑到底清光光。 |
| 20% | 模仿貓贏。5~8局把黑到底清光光。 |

**分析：**

正常沒犯錯狀況下，模仿貓vs模仿貓時，會一直合作下去，拉高分數。模仿貓也只會被黑到底背叛一次，其他互相背叛持平。模仿貓的高分是來自於和其他模仿貓的合作的。

犯錯機率高，對模仿貓比較不利，清光所需的時間拉長了。

模仿貓vs模仿貓，萬一犯錯一次，錯誤是會一直傳遞的（像連閃器一樣）。這個影響最大！

模仿貓vs黑到底，如果模仿貓失誤一次會多損失一次；如果黑道底失誤，模仿貓會賺到一次、跟進、被背叛一次，分數是一樣的。

和模仿貓vs紅嬰仔不同的是，模仿貓只有做錯，才會跟黑到底一樣；模仿貓要一直做對，才會和紅嬰仔一樣。

## 實驗三：模仿咪與紅嬰仔，犯錯機率

控制變因：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 角色成分 | 報酬 | 規則 |
| 模仿咪13、紅嬰仔12 | 雙合作+2/+2  合作欺騙+3/-1  雙欺騙0/0 | 每一局走10回  每一局淘汰5最低分、繁衍5最高分 |

操作變因：誤解機率

|  |  |
| --- | --- |
| 誤解機率 | 多局之後的結果 |
| 0% | 組成來回變動。 |
| 5% | 模仿咪贏。有一陣子紅嬰仔在2~4隻徘迴，後來紅嬰仔消失。 |
| 10% | 模仿咪贏。有一度紅嬰仔在5~8隻徘迴，後來紅嬰仔消失。 |
| 15% | 模仿咪贏。紅嬰仔甚至有時候可以到13~15隻，後來還是減少、被清光了。 |
| 20% | 模仿咪贏。有一陣子紅嬰仔維持在5~13隻，有點勢均力敵，但衰弱到4以後就容易被清掉。 |

**分析：**

0%→

大家分數完全一樣，淘汰跟繁衍都是用抽籤的而已。

5%→

在5%，模仿貓vs紅嬰仔，還是紅嬰仔占上風的，在這裡竟然被模仿咪清光了！（我非常驚訝）

模仿咪vs模仿咪，犯錯比較不容易被傳遞。

模仿咪vs紅嬰仔，紅嬰仔犯錯一次，下次模仿咪還是好好的。遇到好人的話，相對實驗一模仿貓的應對可以多賺一次？

5%~20%→

錯誤率越高，紅嬰仔好像在進步，雖然還是輸。

## 實驗四：模仿咪與黑到底，犯錯機率

控制變因：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 角色成分 | 報酬 | 規則 |
| 模仿咪13、黑到底12 | 雙合作+2/+2  合作欺騙+3/-1  雙欺騙0/0 | 每一局走10回  每一局淘汰5最低分、繁衍5最高分 |

操作變因：誤解機率

|  |  |
| --- | --- |
| 誤解機率 | 多局之後的結果 |
| 0% | 模仿咪贏。3局把黑到底清光光。 |
| 5% | 模仿咪贏。3局把黑到底清光光。 |
| 10% | 模仿咪贏。3局把黑到底清光光。 |
| 15% | 模仿咪贏。3~4局把黑到底清光光。 |
| 20% | 黑到底贏。3~6局把模仿咪清光光。（逆轉耶！！！）  分析：連續兩次背叛，模仿咪才會背叛。設定1/5誤差，是不是模仿咪被黑到底陰的次數增加啦？ |

**分析：**

模仿咪vs黑到底，開頭要被陰2步才會全面回擊。（所以應該比模仿貓需要更多同伴的數量，不然被黑到底打死）

20%→

突然逆轉了。

模仿咪vs黑到底，模仿咪犯錯一次，多被背叛一次；黑到底犯錯一次，模仿咪賺到一次再被背叛二次才會回復。

模仿咪vs模仿咪，要讓兩隻模仿咪從互相合作到互相背叛有點難。

這個我不知道原因耶。是模仿咪被黑到底搞的嗎…

## 實驗五：少根筋與紅嬰仔，犯錯機率

控制變因：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 角色成分 | 報酬 | 規則 |
| 少根筋13、紅嬰仔12 | 雙合作+2/+2  合作欺騙+3/-1  雙欺騙0/0 | 每一局走10回  每一局淘汰5最低分、繁衍5最高分 |

操作變因：誤解機率

|  |  |
| --- | --- |
| 誤解機率 | 多局之後的結果 |
| 0% | 組成來回變動。 |
| 5% | 少根筋贏。3輪就把紅嬰仔清光了。 |
| 10% | 少根筋贏。3輪就把紅嬰仔清光了。 |
| 15% | 少根筋贏。3輪就把紅嬰仔清光了。 |
| 20% | 少根筋贏。3輪就把紅嬰仔清光了。 |
| 30% | 少根筋贏。3~4輪把紅嬰仔清光。 |
| 40% | 少根筋贏。4~7輪把紅嬰仔清光。 |
| 50% | 少根筋贏面。事實上，我按到第27輪，紅嬰仔才被清光。 |

**分析：**

0%→

少根筋使用的是「與自己上一步相同/相反」的模式。少根筋vs紅嬰仔，如果都不犯錯，就是大家一直合作，大家分數都一樣。

5%→

少根筋vs紅嬰仔時，紅嬰仔犯錯一次，少根筋就會變成背叛，之後紅嬰仔正常合作，少根筋就不會改了，會直接把紅嬰仔砍到尾；少根筋犯錯一次，之後也會一直照著做下去，還是砍紅嬰仔。

40%~50%→

犯錯機率越高，可能少根筋就越容易把砍紅嬰仔的決定改回來吧，所以比較不利。可是老實說，現實犯錯機率10%就已經很高了吧？誰會把自己搞的像在拋硬幣？

## 實驗六：少根筋與黑到底，犯錯機率

控制變因：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 角色成分 | 報酬 | 規則 |
| 少根筋13、黑到底12 | 雙合作+2/+2  合作欺騙+3/-1  雙欺騙0/0 | 每一局走10回  每一局淘汰5最低分、繁衍5最高分 |

操作變因：誤解機率

|  |  |
| --- | --- |
| 誤解機率 | 多局之後的結果 |
| 0% | 黑到底贏。3輪就把少根筋清光了。  分析：少根筋vs紅嬰仔時，少根筋的表現才和模仿貓一樣。少根筋vs黑到底時，少根筋的回覆會一直「往返」--合作背叛合作背叛…，因為只要對方背叛，就會改變自己的決定。 |
| 5% | 黑到底贏。3輪就把少根筋清光了。 |
| 10% | 黑到底贏。3輪就把少根筋清光了。 |
| 15% | 黑到底贏。3輪就把少根筋清光了。 |
| 20% | 黑到底贏。3輪就把少根筋清光了。 |
| 30% | 黑到底贏。3~4輪把少根筋清光。  分析：少根筋的最高分，與黑到底的最低分，終於出現交叉。但改變不了輸的事實。 |

少根筋遇到黑到底，就會一直轉彎，都沒犯錯的話就是一半回數被砍。唉！黑到底太會砍非模仿的策略了。

## 實驗七：模仿貓、紅嬰仔與黑到底，策略組成

控制變因：

|  |  |
| --- | --- |
| 報酬 | 規則 |
| 雙合作+2/+2  合作欺騙+3/-1  雙欺騙0/0 | 每一局走10回  每一局淘汰5最低分、繁衍5最高分  誤解機率5% |

操作變因：策略組成

|  |  |
| --- | --- |
| 策略組成 | 多局之後的結果 |
| 模仿貓17、紅嬰仔4、黑到底4 | 紅嬰仔優勢，與模仿貓共存。  第1輪黑到底就清光了，模仿貓和紅嬰仔分數差不多。  之後紅嬰仔數量漸多，但似乎模仿貓不會被清光。 |
| 模仿貓13、紅嬰仔6、黑到底6 | 紅嬰仔優勢，與模仿貓共存。  第2輪黑到底就清光了，模仿貓和紅嬰仔分數差不多。 |
| 模仿貓9、紅嬰仔8、黑到底8 | 紅嬰仔優勢，與模仿貓共存。  第1輪全砍紅嬰仔、增加模仿貓，但紅嬰仔之後有活下來，到第3~4輪黑到底消失。只剩紅嬰仔和模仿貓，結果就與之前類似。 |
| 模仿貓5、紅嬰仔10、黑到底10 | 模仿貓贏。  第1輪全砍紅嬰仔、增加黑到底，第2輪紅嬰仔就消失了。只剩黑到底和模仿貓，結果就與實驗二類似。 |

分析：

模仿貓17、紅嬰仔8、黑到底8→

黑到底第1輪變強勢，結果第2輪開始敗退。是不是黑到底一開始的能量來自於砍紅嬰仔？

模仿貓5、紅嬰仔10、黑到底10→

應該可以證明，這三個角色的組合，黑到底就是砍紅嬰仔生存的。

紅嬰仔提供了黑到底養分。比起合作，背叛對方賺更多。

是不是隱喻，會保護自己的人要佔一定比例比較好呢？

## 實驗八：模仿咪、紅嬰仔與黑到底，策略組成

控制變因：

|  |  |
| --- | --- |
| 報酬 | 規則 |
| 雙合作+2/+2  合作欺騙+3/-1  雙欺騙0/0 | 每一局走10回  每一局淘汰5最低分、繁衍5最高分  誤解機率5% |

操作變因：策略組成

|  |  |
| --- | --- |
| 策略組成 | 多局之後的結果 |
| 模仿咪17、紅嬰仔4、黑到底4 | 模仿咪贏。  第1輪黑到底就清光了，模仿咪分數比紅嬰仔高一點點。之後紅嬰仔分數處於後段班，雖然仍有贏過一些模仿咪，但還是被清除了。 |
| 模仿咪13、紅嬰仔6、黑到底6 | 模仿咪贏。  第1輪有去掉較多隻黑到底，但紅嬰仔也有被去除。第2輪黑到底清光，之後紅嬰仔就落入後段班，走向被清除的結果。 |
| 模仿咪9、紅嬰仔8、黑到底8 | 模仿咪贏。  第1輪全砍紅嬰仔、增加黑到底。第2輪紅嬰仔清光，模仿喵開始變強，最後把黑到底清光。 |
| 模仿咪5、紅嬰仔10、黑到底10 | 黑到底贏。  第1、2輪全砍紅嬰仔、增加黑到底，紅嬰仔清光。再來大概2輪，黑到底把模仿咪清光。 |

**分析：**

模仿咪13、紅嬰仔6、黑到底6→

紅嬰仔vs模仿咪、紅嬰仔vs紅嬰仔，差別不大，難怪黑到底變多，紅嬰仔就弱下去了啊…

模仿咪9、紅嬰仔8、黑到底8→

在上個實驗，第1輪增加的可是模仿貓，這裡增加黑到底…。因為會多被騙一次吧！

模仿咪5、紅嬰仔10、黑到底10→

紅嬰仔消失之後，場上是模仿咪5、黑到底20。模仿咪vs模仿咪彼此之間拿到的分數，還不夠模仿咪vs黑到底輸的2步…辛酸哪！

不過可以知道，模仿咪9、黑到底16時，模仿咪還撐得住。

跟上個實驗比較，模仿咪9隻或以上比模仿貓強，應該是因為模仿咪vs模仿咪不會傳遞錯誤；但較少的時候，因為模仿咪會多容忍黑到底一次，就被這個分數吃垮了。

## 實驗九：福爾摩星兒、紅嬰仔與黑到底，策略組成

控制變因：

|  |  |
| --- | --- |
| 報酬 | 規則 |
| 雙合作+2/+2  合作欺騙+3/-1  雙欺騙0/0 | 每一局走10回  每一局淘汰5最低分、繁衍5最高分  誤解機率5% |

操作變因：策略組成

|  |  |
| --- | --- |
| 策略組成 | 多局之後的結果 |
| 福爾摩星兒17、紅嬰仔4、黑到底4 | 福爾摩星兒贏。  第1輪清除紅嬰仔+一隻黑到底，全補福爾摩星兒。第二輪把黑到底清光。 |
| 福爾摩星兒13、紅嬰仔6、黑到底6 | 福爾摩星兒贏。  第1輪全淘汰紅嬰仔，第2輪紅嬰仔清除、淘汰黑到底，第3輪清光黑到底。 |
| 福爾摩星兒9、紅嬰仔8、黑到底8 | 黑到底贏。  第1輪全砍紅嬰仔，但補的有福爾摩星兒也有黑到底。第2輪紅嬰仔清光，也有砍福爾摩星兒。之後就是黑到底的天下。 |
| 福爾摩星兒5、紅嬰仔10、黑到底10 | 黑到底贏。  第1、2輪全砍紅嬰仔、增加黑到底，紅嬰仔清光。再來1輪，黑到底把福爾摩星兒清光。 |

**分析：**

福爾摩星兒的策略，他的前四次是「合作、欺騙、合作、合作」，只要對方有欺騙，之後就會用「模仿貓」的策略；否則，就會用「黑到底」剝削對方。

好處是可以測試「對方是否無條件合作」，他有剝削紅嬰仔的能力，但相對的，要花4次去測試，會多被黑到底打3次。當沒了紅嬰仔，能得分的同伴不夠多時，就很難跟黑到底拚。

## 實驗十：探討預設模式中，為甚麼是少根筋獲勝？

預設模式：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 角色成分 | 報酬 | 規則 |
| 模仿貓3、黑到底3、紅嬰仔3、牛文聰3、福爾摩星兒3、模仿咪3、少根筋3、胡亂來4 | 雙合作+2/+2  合作欺騙+3/-1  雙欺騙0/0 | 每一局走10回  每一局淘汰5最低分、繁衍5最高分  犯錯機率5% |

先把犯錯機率改成0%，倖存的有模仿貓、紅嬰仔、牛文聰、模仿咪、少根筋，都是完全雙贏的480分（當然，繼續玩的話會用抽籤淘汰，人數少的較容易被抽到，但先不管）。

第一輪的分析(0%)：（以左側角色觀點）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 模仿貓 | 黑到底 | 紅嬰仔 | 牛文聰 | 福爾摩星兒 | 模仿咪 | 少根筋 | 胡亂來 |
| 模仿貓 | 雙贏\*10 | 被背叛\*1  雙輸\*9 | 雙贏\*10 | 雙贏\*10 | 雙贏\*8  被背叛\*1  背叛\*1 | 雙贏\*10 | 雙贏\*10 | ？ |
| 黑到底 | 背叛\*1  雙輸\*9 | 雙輸\*10 | 背叛\*10 | 背叛\*1  雙輸\*10 | 背叛\*3  雙輸\*7 | 背叛\*2  雙輸\*8 | 背叛\*5  雙輸\*5 | 背叛/雙輸 |
| 紅嬰仔 | 雙贏\*10 | 被背叛\*10 | 雙贏\*10 | 雙贏\*10 | 雙贏\*3  被背叛\*7 | 雙贏\*10 | 雙贏\*10 | 雙贏/被背叛 |
| 牛文聰 | 雙贏\*10 | 被背叛\*1  雙輸\*9 | 雙贏\*10 | 雙贏\*10 | 雙贏\*1  背叛\*2  被背叛\*1  雙輸\*6 | 雙贏\*10 | 雙贏\*10 | ？（被背叛一次，就會永遠欺騙） |
| 福爾摩星兒 | 雙贏\*8  背叛\*1  被背叛\*1 | 被背叛\*3  雙輸\*7 | 雙贏\*3  背叛\*7 | 雙贏\*1  背叛\*1  被背叛\*2  雙輸\*6 | 雙贏\*9  雙輸\*1 | 雙贏\*3  背叛\*3  雙輸\*4 | 雙贏\*1  背叛\*4  被背叛\*4  雙輸\*1 | ？ |
| 少根筋 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 胡亂來 |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 和 | 片 | 和 | 和 | 片 | 片 | 和 | 片 | 片 | 和 |
| 和 | 和 | 片 | 片 | 片 | 和 | 片 | 片 | 和 | 片 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 角色 | 對上 |  |
| 模仿貓 | 模仿貓：雙贏\*10  黑到底：被欺騙\*1，雙輸\*9  紅嬰仔：雙贏\*10  牛文聰：雙贏\*10  福爾摩星兒：被欺騙\*1，欺騙\*1，雙贏\*8  模仿咪：雙贏\*10  少根筋：雙贏\*10  胡亂來 |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |