

課程名稱：隨機過程

期末報告

題目名稱：

酒精路跑模擬系統

組別：第二組

組員：111034550 李冠霆、111034517 徐悅寧、111034538 吳欣霈、  
110034860 裴明陌

指導老師：張國浩教授

清華大學 工業工程與工程管理學系

報告日期：2022.12.17

## 目錄

第一章 研究動機與背景.....	3
第二章 研究目的 .....	3
第三章 問題定義 .....	3
第四章 研究方法 .....	6
4-1 選酒模擬 .....	6
4-2 每場比賽選手選擇 .....	6
4-3 比賽勝負模擬判斷 .....	6
第五章 實驗結果.....	6
5-1 指派成員排序使得勝率最大化 .....	9
5-2 指派成員排序使該隊中所有成員之血液之平均酒精濃度最小化 .....	9
5-3 指派成員排序使該隊中所有成員之總喝醉時間最小化 .....	10
第六章 結論.....	10
參考文獻 .....	11

## 第一章 研究動機與背景

酒精路跑是一項西方國家風行已久的娛樂活動，在這項活動中會分成兩個隊伍，每一個隊伍在便利超商會隨機抽取或由對方隊伍選擇一瓶酒，每個隊伍必須派出一個人並且在抵達下一間超商前喝完那瓶酒。由於遊戲結束方式是有人嘔吐的隊伍或隊伍中所有成員喝醉即為輸家，因此隊伍中指派成員的排序是極為重要的。

酒精路跑中隱含了許多隨機性，包含每人喝醉(或嘔吐)的酒精濃度、便利超商間的距離、抽取的酒，因此我們好奇是否可透過不同最佳化模型訓練指派成員的排序，並針對隊伍勝率、喝醉時間比率等目標值進行最佳化，為本研究的重要目的之一。

## 第二章 研究目的

為將情境符合現實考量，本研究以三個目標情境討論不同最佳化模型之間的效用，並加以分析不同最佳化模型之間的特性，目標如下所示：

1. 訓練一指派成員排序使得勝率最大化。
2. 訓練一指派成員排序使該隊中所有成員之喝醉時間總和最小化。
3. 訓練一指派成員排序使該隊中所有成員之血液之平均酒精濃度最小化

## 第三章 問題定義

本研究假設一情境，該情境共有兩個隊伍，每個隊伍有四個成員，且兩隊成員之實力相當，根據 Virginia Tech and Federal Aviation Regulation 提出的酒精濃度及行為對照表，我們定義一成員到達喝醉之血液濃度百分比之臨界值為以下分布：

$$Unifrom[0.06,0.099]$$

一成員到達嘔吐之血液濃度百分比之臨界值為以下分布：

$$Unifrom[0.1,0.199]$$

酒精濃度及行為對照表如下表所示：

表 1 人類喝醉反應

Blood alcohol concentration(%)	Physiologic Effect	Damage
0.03-0.059	社交抑制降低 快樂 溫和的欣快感	專注力降低

	鬆弛 嘮叨	
0.06-0.099	酒精反應 情感表現降低 解除抑制 欣快 外向性與內向性 疼痛耐受性增加	深度知覺 眩光後的視覺恢復 周邊視覺 理智
0.100-0.199	鎮痛藥 共濟失調 喧鬧 高度情緒表露行為 噁心和嘔吐的可能性 眩暈	一般動作技能 動作計劃 反射 合音 搖晃欲倒 短暫勃起功能障礙
0.200-0.299	憤怒或悲傷 順行性遺忘症 感官受損 性慾望不足疾患 情緒波動 噁心 理解能力部分喪失 木僵的可能性 嘔吐	失憶症 無意識 嚴重的身體殘疾

計算各成員抵達不同狀態之臨界值後，需估算一成員在不同時間下之血液酒精濃度百分比(Estimated peak blood alcohol concentration)，本研究採用 Andersson et al. (2009)提出之公式，該公式為：

$$BAC = \frac{0.806 \times SD \times 1.2}{BW \times WT} - MR \times DP$$

SD：標準飲酒[單位:10 克酒精]

0.806：血液中水的百分比

1.2：酒精克數的轉換係數

BW：身體內水分含量，男性為 0.58，女性為 0.49

WT：體重[單位：公斤]

MR：新陳代謝常數為 0.017

DP：飲酒後時間[單位：小時]

MR：新陳代謝率，女性平均為 0.017，男性平均為 0.015

其中，由於 WT 是預先決定好的參數，因此我們定義了一隊伍中各成員之體重如下：

$$WT_0 = 73(\text{男})$$

$$WT_1 = 48(\text{女})$$

$$WT_2 = 63(\text{男})$$

$$WT_3 = 88(\text{男})$$

兩隊伍於一間超商所分配的酒是一樣的，並以酒類酒精容量表示，本研究設定了四種酒類酒精容量，且每種容量被抽到的機率是一樣的，四種酒類酒精容量如下所示：

$a_i$ :酒類酒精容量[ml]

$$a_1: 350 * 4\% = 14 (\text{酒精濃度:}4\%、\text{酒類容量:}350\text{ml})$$

$$a_2: 600 * 6\% = 36 (\text{酒精濃度:}6\%、\text{酒類容量:}600\text{ml})$$

$$a_3: 350 * 12.5\% = 43.75 (\text{酒精濃度:}12.5\%、\text{酒類容量:}350\text{ml})$$

$$a_4: 30 * 40\% = 12 (\text{酒精濃度:}40\%、\text{酒類容量:}30\text{ml})$$

最後，該情境下本研究定義該次路跑最多經過 30 間超商，成員行走在兩間超商之間之時間呈現之分布為：

$$Exp(\beta = 5), \text{ 其中 } \beta \text{ 單位為分鐘}$$

而一隊伍中之成員指派排序可表示為：

$$X = [X_1, X_2, \dots, X_{30}]$$

$$X_j \in \{0, 1, 2, 3\}, \text{ for } j = 1, 2, \dots, 30$$

其中  $X_j$  表示成員之編號。

透過該排序將可決定一隊伍指派成員喝酒之順序，將順序帶入所建構之模擬模型後，只要有一隊伍之成員嘔吐或一隊伍之所有成員喝醉，則該隊為輸家，因此本研究之問題定義為以下三個問題：

(假設對手方指派成員之方式為均勻隨機指派)

1. 找出一指派成員排序使得勝率最大化。
2. 找出一指派成員排序使該隊中所有成員之喝醉時間總和最小化。
3. 找出一指派成員排序使該隊中所有成員之血液之平均酒精濃度最小化。

## 第四章 研究方法

### 1. 選酒模擬

- 在酒精路跑規則中，每場比賽每隊伍只會有一個人喝一種酒且限時在 1 分鐘內喝完，酒類是透過均勻分配(0,1)從四種不同酒精容量酒類挑選，每種酒類被選擇的機率相同。
- 由於設定兩隊喝酒時間為 1 分鐘，且兩隊的被分配到的酒類品項是相同的，因此兩隊的兩位選手的酒精攝取容量相同。

### 2. 每場比賽選手選擇

- 每場比賽兩隊被選擇的選手皆由均勻分配(0,1)中挑出，每位選手被選擇的機率相同，直到有一隊中其中一人喝到吐或四人皆喝醉。

### 3. 比賽勝負模擬判斷

- 喝醉判斷:

由表一知當人類血液酒精濃度範圍介於 0.06 到 0.099 之間時即為喝醉，但由於每個人的身體狀況不同，喝醉時的血液酒精濃度臨界值也不相同因此本研究設定當每個人血液酒精濃度超過臨界值且不超過每人喝酒喝到吐的血液酒精濃度臨界值，即判斷為喝醉，本研究使用均勻分配，上界為 0.06 下界為 0.099，隨機從均勻分配抽取數值作為喝醉血液酒精濃度的臨界值，而實力相當的選手喝醉時的血液酒精濃度臨界值相同，而實力越強的選手喝醉時的血液酒精濃度臨界值越高，反之越低。

- 喝吐判斷:

由表一知當 EBAC 之範圍 0.1 到 0.299 之間，人類會有噁心和嘔吐的可能，但由於每個人的身體狀況不同，喝酒喝到吐時的血液酒精濃度臨界值也不相同，因此本研究設定當每個人血液酒精濃度超過喝酒喝到吐臨

界值即判斷為喝酒喝到吐，本研究使用均勻分配，上界為 0.1 下界為 0.299，隨機從均勻分配抽取數值作為喝酒喝到吐血液酒精濃度的臨界值，而實力相當的選手喝酒喝到吐時的血液酒精濃度臨界值相同，而實力越強的選手喝酒喝到吐時的血液酒精濃度臨界值越高，反之越低。

- 在酒精路跑遊戲中，比賽勝負判斷標準為當該隊選手皆喝醉或其中有一個人喝酒喝到吐即該隊落敗，比賽結束。

#### 4. 使用 Algorithm: Simple random search

- 找出一指派成員排序使得勝率最大化

**Step1 Initialization:** 先進行 100 次酒精路跑，並取得當下之 Team1 酒精路跑的勝率。

**Step2 Candidate value:** 取 10000 個 observations，重複執行 100 次酒精路跑，並將 Team1 這 100 次酒精路跑勝負取得一勝率，當執行中出現比前一個勝率更高之勝率則將該排序取代前一個已獲取之最高的勝率之排序。

$$\text{勝率} = \frac{100 \text{ 場酒精路跑team1 獲勝的總場次}}{100}$$

**Step 3 Return and stop:** 預計當 observation 到達 10000 時，Team1 之勝率會收斂至最大勝率，最後再將 Team1 之最大勝率之排序回傳，即完成使用 Simple random search 最佳化 Team1 之酒精路跑勝率。

- 找出一指派成員排序使該隊中所有成員之血液之平均酒精濃度最小化

**Step1 Initialization:** 先進行 100 次酒精路跑，並取得當下之 Team1 中「每位成員每場酒精路跑每分鐘平均血液酒精濃度」。

$$\begin{aligned} & \text{每位成員每場酒精路跑每分鐘平均血液酒精濃度} \\ &= \frac{100 \text{ 場酒精路跑 Team1 每人每分鐘 EBAC 之加總}}{\text{比賽總分鐘數} \times \text{team1 總人數} \times 100} \end{aligned}$$

**Step2 Candidate value:** 取 10000 個 observations，重複執行 100 次酒精路跑，並將這 100 次每分鐘每位成員平均血液酒精濃度取得每位成員每場酒精路跑每分鐘平均血液酒精濃度，當執行中出現比前一個每位成員每場酒精路跑每分鐘平均血液酒精濃度更低時則將該排序取代前一個已獲取之最低每位成員每場酒精路跑每分鐘平均血液酒精濃度之排序。

**Step 3 Return and stop:** 預計當 observation 到達 10000 時，Team1 中平均血液酒精濃度會收斂至一最小每位成員每場酒精路跑每分鐘平均血液酒精濃度，最後再將 Team1 之最低每位成員每場酒精路跑每分鐘平均血液酒精濃度之排序回傳，即完成使用 Simple random search 最佳化 Team1 之每位成員每場酒精路跑每分鐘平均血液酒精濃度。

- 找出一指派成員排序使該隊所有成員之喝醉時間總和最小化

**Step1 Initialization:** 先進行 100 次酒精路跑，並取得 Team1 中所有成員每場酒精路跑總喝醉時間。

$$\text{平均總喝醉時間} = \frac{100 \text{ 場酒精路跑 Team1 所有成員喝醉時間加總}}{100}$$

**Step2 Candidate value:** 取 10000 個 observations，重複執行 100 次酒精路跑，並將這 100 次酒精路跑所有成員之總喝醉時間取平均，當執行中出現比前一個平均總喝醉時間更低之時則將該排序取代前一個已獲取之最低平均總喝醉時間之排序。

**Step 3 Return and stop:** 預計當 observation 到達 10000 左右時，Team1 中所有成員的平均總喝醉時間會降低至最佳平均總喝醉時間，最後再將 Team1 之最佳平均總喝醉時間之排序回傳，即完成使用 Simple random search 最佳化 Team1 之所有成員之總喝醉時間。



## 第五章 實驗結果

### 1. 指派成員排序使得勝率最大化：

Team1 與 Team2 實力相當之隊伍進行 10000 場酒精路跑，並取每場酒精路跑之 Team1 之勝率(Team1 獲勝數/總場數)，使用 Simple random search 找出最佳的 Team1 之勝率，由圖 1 可知，Team1 的勝率最後可提升至 0.9，並得到 Team1 在 30 間超商派出選手之最佳排列順序為 [3, 2, 4, 3, 4, 4, 3, 3, 2, 1, 3, 4, 1, 1, 4, 5, 2, 2, 1, 3, 4, 2, 1, 4, 3, 2, 4, 2, 2, 4]。

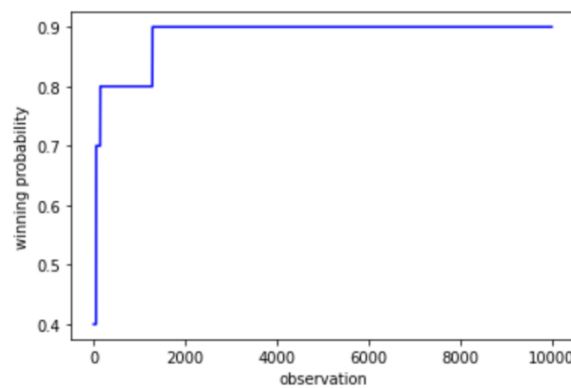


圖 3 Performance Trajectories for winning probability

### 2. 指派成員排序使該隊中所有成員之血液之平均酒精濃度最小化：

Team1 和 Team2 實力相當並進行 10000 次酒精路跑，並取每場酒精路跑 Team1 之平均 EBAC(Team1 每人 EBAC 之加總/(總時間\*Team1 總人數)，使用 Simple random search 找出 Team1 之最佳平均最小 EBAC，由圖 2 可之當 observation 為 1000 時，Team1 之平均 EBAC 會收斂至 0.002，並可在 Team1 收斂至 0.002 時得到 Team1 在 30 間超商派出選手之最佳排列順序[3, 3, 1, 0, 3, 3, 3, 3, 0, 0, 2, 3, 3, 3, 1, 0, 3, 2, 2, 3, 2, 0, 2, 0, 1, 0, 1, 3, 0, 2]。

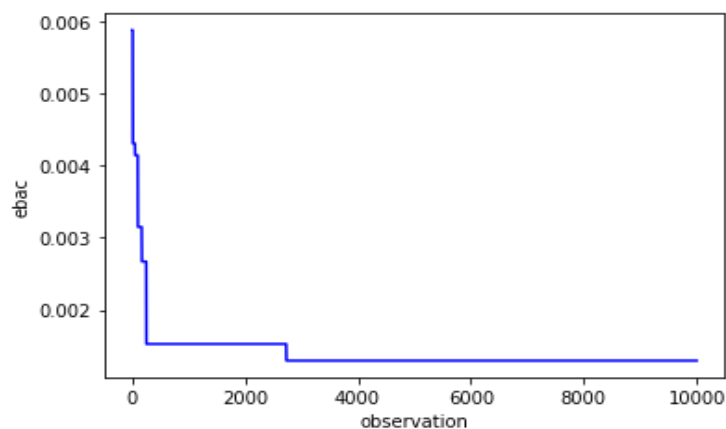


圖 4 Performance Trajectories for EBAC

3.指派成員排序使該隊中所有成員之總喝醉時間最小化：

Team1 和 Team2 實力相當並進行 10000 次酒精路跑，並取每場酒精路跑 Team1 之每人的喝醉時間之總和，使用 Simple random search 找出 Team1 成員最佳最小喝醉時間之總和，由圖 3 可之當 observation 為 4000 左右時，Team1 之每人喝醉時間之總和會收斂至 88 分鐘，並且可在 Team1 收斂至 88 分鐘時得到 Team1 在 30 間超商派出選手之最佳排列順序為[1, 3, 4, 2, 1, 3, 2, 3, 3, 3, 2, 3, 4, 4, 3, 3, 2, 2, 4, 3, 3, 2, 3, 1, 2, 3, 2, 1, 3, 1]。

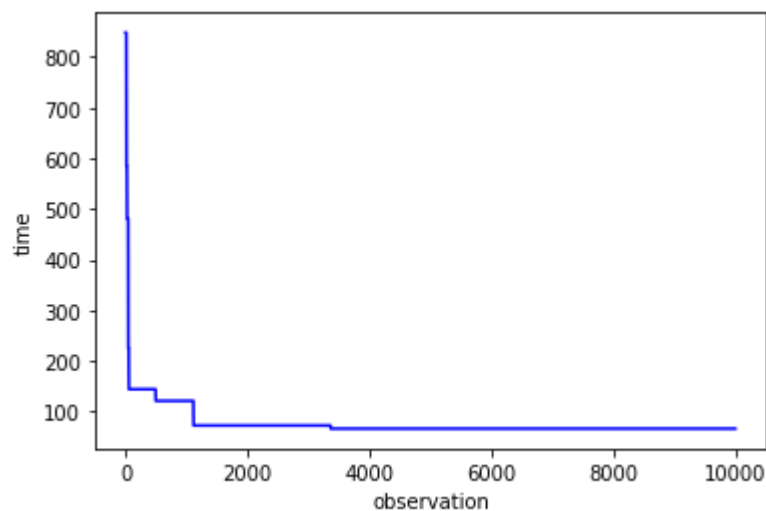


圖 5 Performance Trajectories for time

## 第六章 結論

從此模擬系統中可以得知在有限超商及對手與本隊實力相當的情況下，要如何排列每場比賽之參賽選手，才能最大化比賽勝率，也可得知如何降低團隊隊員總喝醉時間，最後也可得知如何在酒精路跑遊戲中最小化團隊成員總血液酒精濃度，有助於團隊成員身體健康。

此模擬系統可在未來被應用於手機遊戲 APP，幫助業者設計遊戲，由於此研究的模擬系統只考慮一間超商每隊選取相同的一瓶酒，且酒類選擇較少，在未來期許可加入更多情境，如增加每場比賽的酒類數量、遊戲人數與在商店與商店間增加體能的小遊戲，增加每人的代謝率，使遊戲更複雜，也增加玩家的趣味性。

## 參考文獻

Andersson, A., Wiréhn, A. B., Ölvander, C., Ekman, D. S., & Bendtsen, P. (2009). Alcohol use among university students in Sweden measured by an electronic screening instrument. *BMC public health*, 9(1), 1-10.