

2021 年臺灣國際科學展覽會 優勝作品專輯

作品編號 130009

參展科別 行為與社會科學

作品名稱 Safety First：分析商場內部貨架擺設

就讀學校 臺北市立永春高級中學

指導教師 高晟鈞

作者姓名 蕭琨崙

關鍵詞 geogebra、路徑風險、定量分析法

作者簡介



我是蕭琨崙，目前就讀台北市立永春高級中學，喜歡和擅長的科目是數學科，從小就被父母訓練觀察周邊的事物，平常喜歡從生活中找出問題，去討論或解決。本篇研究也是在和家人購物的過程中，看見激烈搶購的活動，深入了解後，發現這個活動中的重重問題不單單只發生在台灣，便想著手於這個問題。

摘要

在實體店鋪進行限時搶購活動 (Flash Sale)，近年來已逐步在世界各地快速散播。在這樣的閃購活動期間，商場往往會宣傳銷售商品的巨幅折扣，吸引消費者。消費者在閃購的活動期間，爭先恐後的進入商場，過程中，除了可能造成消費者的傷害外，亦有可能造成商品本身的損傷。

本研究發想自第六屆數學建模挑戰賽之國際賽題。首先，本研究分析了商品損壞的各種方式。第二，本研究用虛擬的商品列表，與一個虛擬的商場平面配置圖作為規劃範例。第三，繪製並配對完貨架與商品後，運用賽題中的專家評分、剩餘數量等數據，寫出了每個商品的平均歡迎指數。第四，建立數學函式，計算路徑風險值，並藉由定量分析預測，成功地判斷哪一個以及哪一些商品的受歡迎程度會較高。最後，提出了優化於賽題給予的平面配置圖方式。

Abstract

Flash Sale (Limited-time snap-up activities) in physical stores has taken the world by storm . During the sale, to attract customers, shopping malls often publicize huge discounts on items. However, when customers scramble to enter the mall , not only does it cause the injuries of customers, but it also leads to product damage.

What motivated me to conduct a study on the problem mentioned above stems from the Sixth Mathematical Contest in Modeling. First, we analyzed what may cause product damage in Flash Sale. Second , we used virtual product list to simulate a virtual mall site plan. After finishing pairing our product and shelf, we implemented expert score and the remaining numbers of the products to calculate the average of popularity in every shelf. Fourth, we created a mathematical function and calculated the value at risk (VaR) of path . After that, the results showed that the popularity of the products can be successfully determined by quantitative analysis. Finally, this paper provided an optimized layout, which is better than the one given in Figure 1 .

壹、 前言

一、研究動機：

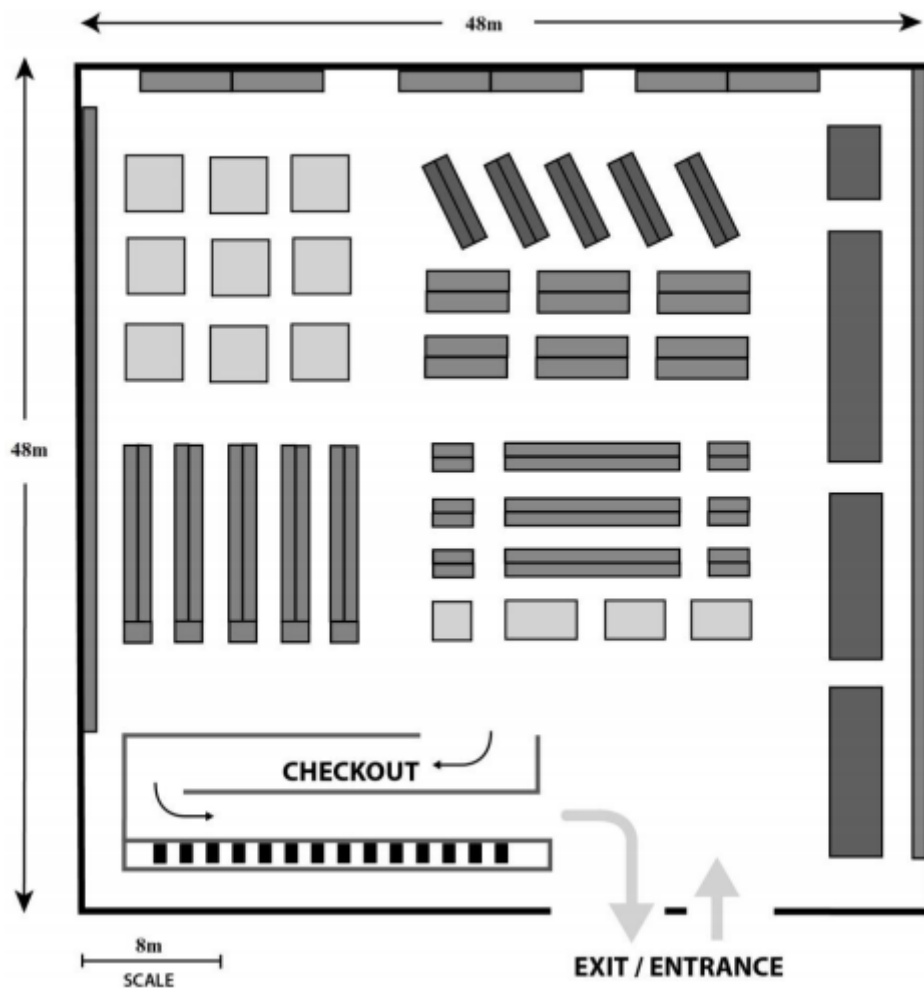
閃購活動在現今的實體商場已愈來愈頻繁可見，為了使商品透過促銷的方式售出，常常會在特殊的節日（例如：澳洲聖誕節後一天的 **BoxingDay**、美國的 **BlackFriday**.....等）進行類似閃購的活動。世界各地的閃購活動中，總能吸引著消費者前來搶購，但由於商品的巨幅折扣或有限的預計販賣數量，消費者往往都是爭先恐後的搶購，如此危險的行為導致消費者受傷的新聞更是不勝枚舉。除了導致消費者受傷的風險外，商品也會在活動中因為碰撞或各種原因導致商品的損毀，因此透過商場的平面設計規劃，評估整體商場內的路徑風險，即成為了一個重要且須解決的問題。

本研究中使用之數據資料源自第六屆 **IMMC** 數學建模挑戰賽之國際賽題，改編該賽題給予的商品列表檔案，取用該賽題的原始商場平面設計圖 (**Figure1**) 做為初始狀態進行研究。期待未來商場的經營者在規劃閃購活動前，可以依本研究的定量分析方法，將預計販賣的商品數據準備好（包含商品折扣幅度、消費者評分與庫存數量），並將現有的商場平面設計圖進行商場路徑風險計算。以降低商場路徑風險值為目標，達成優化商場平面設計的目的。

二、研究資料

以下連結為商品列表檔案，改編自第六屆 **IMMC** 國際賽題所給予的商品列表檔案，圖(一)引用自該賽題給予的原始商場平面設計圖：

<https://drive.google.com/file/d/1DJWP6ugSl5cYwcbGyQ-kJSIhOW2exQ3e/view?usp=sharing>



圖(一)：Figure1

三、研究目的

- (一) 描述在閃購活動中，由於顧客的不小心和意外行為，商場的產品可能受到損害的各種方式。
- (二) 考慮在本次閃購活動中所包括的 134 個商品中，哪些商品會最受到歡迎及原因。
- (三) 考慮在閃購活動中可能受到損傷的產品，如何影響商場的平面設計及其他可能影響商場佈局的因素。
- (四) 由研究目的 3 所確定的因素來建數學模型，利用定量分析法計算出現有商場平面配置圖 (Figure1) 的整體路徑風險數值。
- (五) 討論商場較佳的商品陳列方式和預估較受歡迎的銷售項目。
- (六) 做出一個更好的平面設計圖，並藉由計算整體路徑風險數值，說明此一平面設計圖優於現有商場平面配置圖 (Figure1)。

貳、 研究方法與過程

一、模型假設

(一) 名詞假設

1. 區域代號：將 Figure1 圖片中給予的相同顏色貨架，將整張平面設計圖定義為十塊矩形區域，分別命名為 A、B、C、D、E、G、H、I、J、K。其中 F 為 check out 區域的中心點。
2. 中央點名 (w_i)：透過 Geogebra 繪圖，將區域代號中的每一塊矩形對角線兩頂點取其中點，稱為中央點名 w_i 。
3. 區域面積：區域代號所佔的佔地面積。
4. 區域佔地比：
$$\left(\frac{\text{同性質的商品佔地面積和}}{\text{對應之區域面積}} \right) \times 100\%。$$
5. 折扣率：
$$\left(1 - \frac{\text{閃購活動期間的售價}}{\text{原始建議售價}} \right) \times 100\%。$$
6. Z 折：將每一個商品的折扣率進行標準化計算。
7. T 折： $T\text{折} = 10 \times Z\text{折} + 50。$
8. Z 數：將每一個商品的數量進行標準化計算。
9. T 數： $T\text{數} = 10 \times Z\text{數} + 50。$

10. Z 評：將每一個商品的顧客評分進行標準化計算。

11. T 評： $T評 = 10 \times Z評 + 50$ 。

12. 歡迎指數： $T折 \times T評 \times \frac{1}{T數}$ 。

13. 平均歡迎指數：同一區域的所有商品的「歡迎指數」之算術平均數。

14. 中心點數值 (各區域的權重)： w_i 表示第 i 個對應區域所算出的平均歡迎指數。

15. 路徑風險： $\sum w_i \times d_{ij}$ 。其中 d_{ij} 表示第 i 個區域中心點 w_i 的坐標位置到第 j 個區域中心點 w_j 的坐標位置兩點間的距離。

二、研究過程

表(二)

產品	摔	踩	撞	產品	摔	踩	撞	產品	摔	踩	撞
烘衣機			V	無線耳機		V		筆電	V	V	
洗衣機			V	相機	V			電競筆電	V	V	
洗碗機			V	相機配件	V	V		平板電腦	V	V	
微波爐	V			印表機	V			主機	V		
烤箱	V			耳罩式耳機		V		電競主機	V		
烤箱瓦斯爐	V			藍芽喇叭	V			螢幕	V	V	
吸塵器	V			觸控電腦	V	V		TV	V	V	
掃地機器人	V			Chromebook	V	V					

(一) 描述在限時搶購活動中，由於顧客的不小心和意外行為，商場中的商品可能受到損害的各種方式：

表(二)列舉所有商品列表中，可能造成的商品損害的各種可能方式。

(二) 考慮在本次限時搶購活動中所包括的 134 個商品中，哪些商品會最受到歡迎及原因。

在解決本題問題前，本研究先做了以下幾個步驟：

1. 利用 Figure1 上給予的比例尺，將整張平面設計圖繪製在 Geogebra 數學軟體上，方便給予每個貨架的頂點坐標，以利計算貨架的佔地面積。同時，將貨架分為十個區域代號，同時計算出十個區域代號的區域面積。另外，考慮到類似性質的商品應該放在相同的貨架區域中，對於消費者的購物選擇上較為方便，將所有產品也分為對應的十種類別。本研究將商品列表中的 134 種商品，在網路上面找到真實的尺寸大小並全數記載下來，並將全部同性質的商品佔地面積和計算出來，與區域面積進行比對，並計算出區域佔地比，如下表(三)：

表(三)

區域代號	中央點名	區域面積 m^2	搭配商品	占地面積	區域佔地比
A	w_1	81	洗碗機+微波爐+烤箱	33.6	41.48%
B	w_2	30	印表機	7.3	24.33%
C	w_3	55.9	筆電+電競筆電	10.8	19.32%
D	w_4	60	螢幕+主機+電競主機+遊戲機	19.3	32.17%
E	w_5	67.5	烘衣機+洗衣機	28.6	42.37%
G	w_6	26	觸控電腦+平板電腦+Chrome book+觸控筆 電	7.0	26.92%

H	w_7	86.25	冰箱	29.0	33.62%
I	w_8	111	電視	62.1	55.95%
J	w_9	42.5	掃地機器人+吸塵器	9.2	21.65%
K	w_{10}	35	無線耳機+相機+相機配件+頭戴式耳機+ 藍芽喇叭	8.7	24.86%

由表(三)可以發現，區域佔地比數值都不高，足以說明這樣的商品搭配組合不但確定可以放的進對應的區域，且商品在其對應的區域內擺放時也不會過份擁擠。更加可以確定的是，確認不會因為貨架的不足而須考慮將商品堆高的方式來販售。顯然地，將商品陳列面分太多層，且高度過高，是容易大幅增加商品損害風險的，但透過商品實際尺寸的比對與區域佔地比計算，可以確保這樣的事情不會發生。

然而，在確定了表(三)的配置後，本研究自此就將商品與貨架區域做了給定，且不再更換配對模式。

2. 考量表(一)中所有商品列表的數據呈現有「原價」、「折扣後價格」、「庫存數量」與「消費者評分」。本研究認為會影響商品受歡迎的數值（歡迎指數）應與折扣幅度、消費者評分成正比。合理的猜想是折扣幅度愈高時，消費者應愈為期待；當然消費者評分高代表過往有消費行為的消費者給予評價好，自然評分高的商品，消費者應愈為期待。然而，歡迎指數我們認為還會跟庫存數量成反比！合理的猜想是庫存數量愈少代表越難搶購到，即代表稀有。因此消費者會同時對折扣幅度高、消費者評分高、庫存數量少的商品有期待。但由於此三個數值單位不相同，因此將此三數進行標準化計算。計算完 134 個不同商品後得到的算術平均數與標準差如下表(四)：

表(四)

	折扣幅度	庫存數量	消費者評分
算術平均數	29.3%	11.5	4.6
標準差	13.0%	4.0	0.2

由於標準化後數據會有資料為負值，因此將標準化後 (Z-score) 轉化為 T-score，其中 $T - score = (Z - score) \times 10 + 50$ ，將每個商品的三個 T-score 換算完畢後。計算每個商品的歡迎指數，將歡迎指數較高的幾個商品 (80 以上者) 挑選出來列為下表(五)：

表(五)

編號	產品名稱	歡迎指數
1	Streaming 4K Ultra HD Hi-Res Audio Wi-Fi Built-In Blu-Ray Player	93.0
2	15.6" Gaming Laptop, AMD Ryzen 5, 8GB Ram, NVIDIA GeForce GTX 1050, 25	90.5
3	5.3cu ft Slide-In Electric Range, Stainless Steel	88.5
4	Streaming 4K Ultra HD Audio Wi-Fi Built-In Blu-Ray Player	88.1
5	6.3cu ft Slide-In Electric Range with ProBake Convection, Stainless Steel	83.0
6	27" IPS LED FHD FreeSync Monitor, 27f	82.2
7	3.8cu ft 12-Cycle Top-Loading Washer, White	81.6
8	24.7cu ft French Door Refrigerator, Black Stainless Steel	81.1
9	4K Ultra HD Blu-Ray Player	81.0

細究上表(五)中，歡迎指數 80 以上的 9 個商品的三項指標 (折扣幅度、消費者評分、庫存數量) 如下表(六)，確實也都呼應了先前所設定的

折扣幅度高、消費者評分高、庫存數量少的三要素：

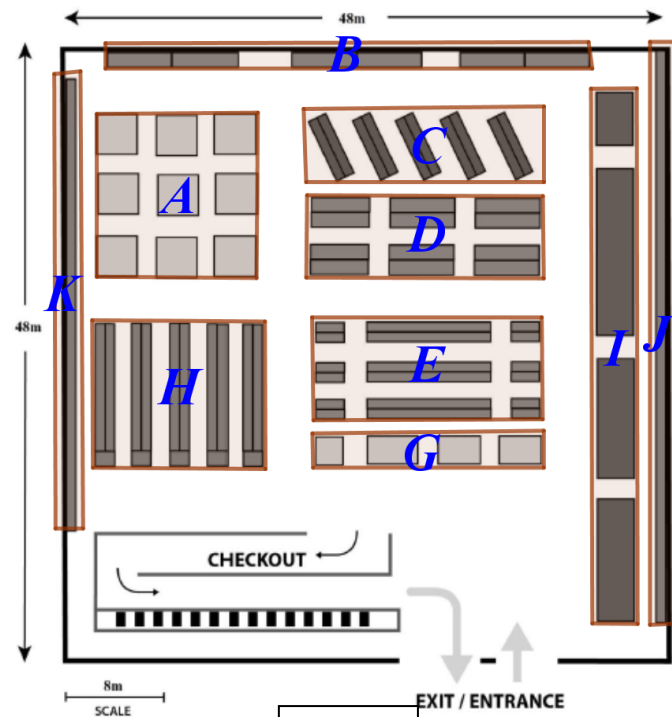
表(六)

編號	歡迎指數	折扣率	評分	數量
1	93.0	48.00%	4.8	8
2	90.5	43.75%	5.0	10
3	88.5	41.18%	4.6	5
4	88.1	50.00%	4.7	8
5	83.0	30.56%	4.7	5
6	82.2	56.00%	4.8	12
7	81.6	41.98%	4.5	5
8	81.1	41.52%	4.5	5
9	81.0	50.00%	4.6	8

3. 評估風險因子：

考慮到顧客對於商品歡迎程度的影響，應該會期待一進商場就可以買到最想買到的商品，畢竟每一樣商品的庫存數量都有限。但為了討論方便，前面已有提及，本研究將整個商場場分割成十個區域，也針對商品做了同質十種分類，並且確認過商品的佔地面積是確實可以順利放進區域面積內的。基於以上原因，我們將問題簡化。

將區域編排如下圖(二)：



圖(二)

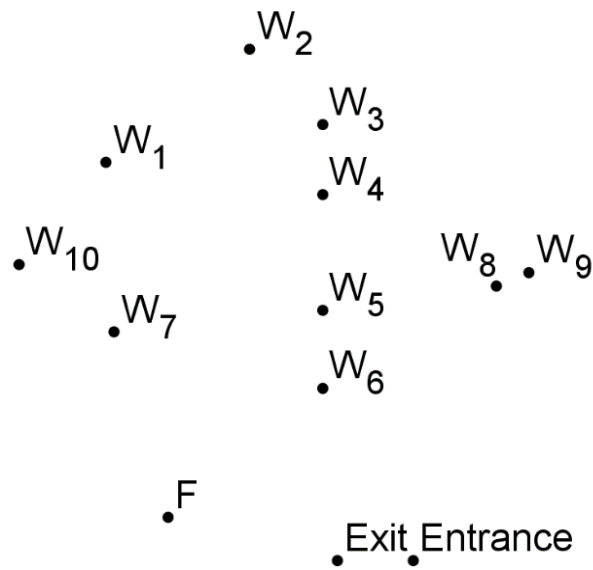
將區域面積矩形的中央點位找到，並且依照區域名稱 A、B、C、D、E、G、H、I、J、K 的中央點名分別命名為 w_i ， $i=1\sim 10$ 。由於每個區域都已配對好固定的商品性質，無論區域中包括多少種不同的商品，每個商品在前一節中也都算出了自己的歡迎指數，因此本節首先給予每一個中央點名權重的計算，其計算的方式為：

w_i = 該區域對應所有商品的歡迎指數之算術平均數。

經過計算得到以下的值：

$$w_1 = 59.0, w_2 = 48.7, w_3 = 51.7, w_4 = 55.2, w_5 = 60.1,$$

$$w_6 = 54.4, w_7 = 65.9, w_8 = 45.1, w_9 = 51.5, w_{10} = 45.8$$



圖(三)

將問題簡化成上圖(三)，也就是把每一個區域都簡化成一個點，這樣的考慮方式就等於忽略的每個貨架與貨架間的走道寬度大小設計，而是把每一個區域的移動過程當成點到點之間的距離。但由於顧客可能從同一個區域 (或說貨架) 的各種方向前來，因此區域與區域之間的距離簡化為點與點之間的距離是簡化題目中一種合理的解釋方式。

接著，將上圖(三)每一個節點的坐標記載下來，方便計算每一個節點之間的距離與顧客可能行走的路徑：

表(七)

中心點名	數值 (平均歡迎指數)	坐標
w_1	59.0	(8.5, 37)
w_2	48.7	(21.75, 47.5)
w_3	51.7	(28.5, 40.5)
w_4	55.2	(28.5, 34)
w_5	60.1	(28.5, 23.5)
w_6	54.4	(28.5, 16)
w_7	65.9	(9.25, 21.25)
w_8	45.1	(44.5, 25.5)
w_9	51.5	(47.5, 26.75)
w_{10}	45.8	(0.5, 27.5)
F (11)		(14.24, 4.02)
Entrance (12)		(36.85, 0)
Exit (13)		(29.85, 0)

本模型考慮的平面圖整體風險方式如下：

- (1) 假設消費者行走路徑有經過 w_1 ，就稱為在 A 區域有購買商品，如行走路徑有經過 w_2 ，就稱為在 B 區域有購買商品，其餘同理。
- (2) 消費者在有購買商品後，無論是手持產品還是用推車推著產品，後續

行走的距離越長時，對於產品的損害可能就越高。

(3) 考量消費者對於平均歡迎指數較高的區域應會有比較高的期待，意即該區應要放置的區域位置 (中央點位置) 理論上應離結帳區 F 較近。

(4) 消費者路徑必然由入口 (Entrance) 開始，無論消費者在購買第一個商品前行走了多少距離，都忽略不記 (因為當時消費者手上沒有商品，並不會對商品造成損害)。從開始購買第一個商品開始計算後續行走距離所帶來的風險。舉例來說，消費者路徑如為

$w_2 \rightarrow w_8 \rightarrow F \rightarrow Exit$ ，其所帶來的路徑風險計算即為

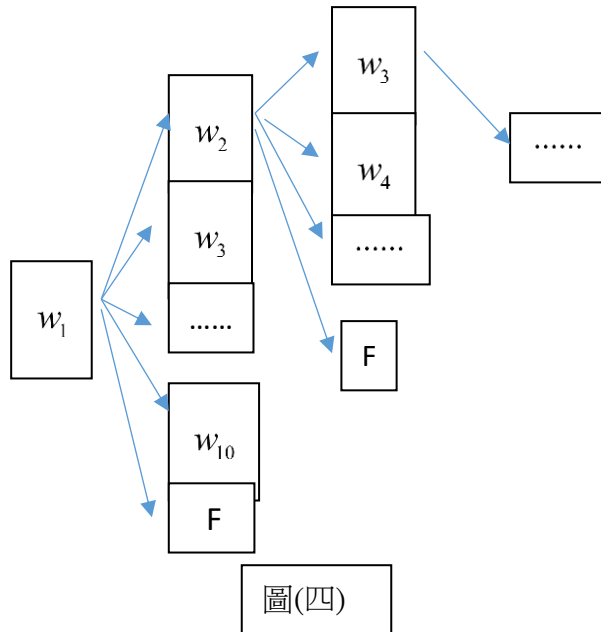
$$d_{28} \times w_2 + d_{8,11} \times w_8$$

因消費者不管選擇哪一條路徑，最終都會由 $F \rightarrow Exit$ ，此為定值，

因此在計算風險大小比較時可忽略不記。其中 $d_{28} = d_{82}$ ，即為 w_2 與 w_8 兩點之間的距離。

(5) 消費者從入口進場後，第一個購買的商品可能在十個商品區域的任何一個，若先購買的在 A 區，就假設消費者有實際購買的行為，也就是權重利用 w_1 ，無論消費者會行走到哪一個區域繼續購買或是直接前往 $check\ out$ 點，共有 10 個路徑選擇可能。若消費者第二個購買點到了 I 區 w_8 ，我們必須假設消費者不會回頭去 A 區。如此一來，消費者的第三個購物點或是此時前往 $check\ out$ 點，共剩下了 9 個路徑選擇，.....，以此類推。由於第一個購買點有 10 種路徑可以選擇，而第一個購買點又有 10 個區域可選，若將第一個購買點後的路徑選擇製成一張樹狀圖來計算的話，整體的路徑風險值將會有十個

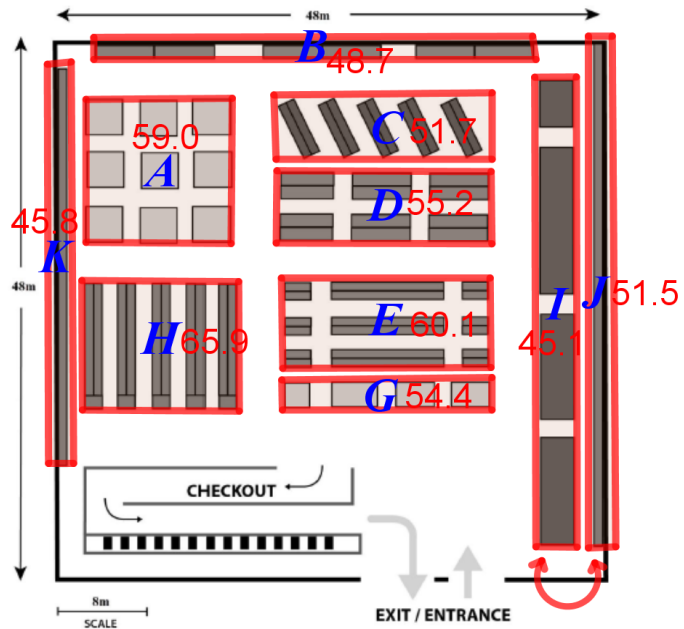
樹狀圖的運算量。由於計算量太大，因此本研究利用 C++ 程式輔助計算。下圖(四)表示第一個購買點在 A 區，所形成的樹狀圖。



透過 C++ 程式輔助計算，依照 Figure1 現有的平面配置圖，計算出的整體路徑風險為 108,671,229,952。且依照本研究定義的路徑風險的計算方式，顯然地，其路徑風險的數值越小，即為風險越低。也就是越好的配置安排。

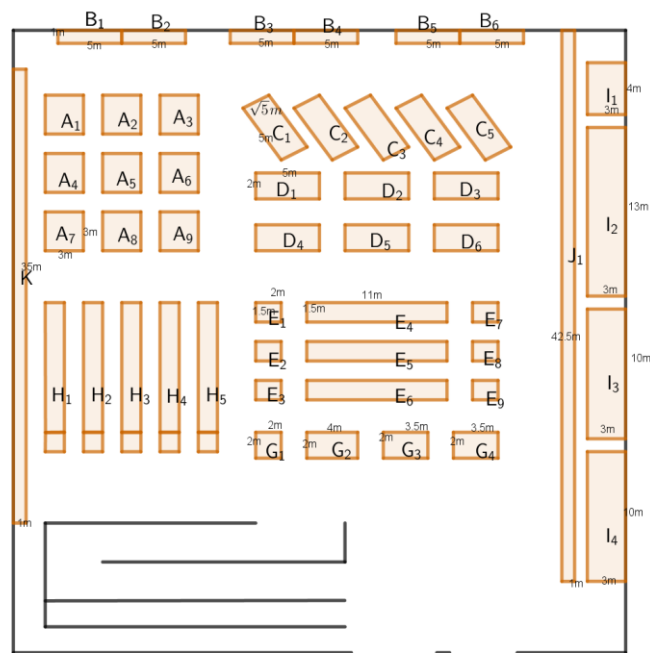
(6) 重新規劃新的平面配置圖：

在前面的討論中，計算整體路徑風險時，應考慮讓各個區域的平均歡迎指數高者，路徑行走距離較短；平均歡迎指數低者，路徑行走距離則較長。換言之，在平面配置圖的規劃上，我們應將平均歡迎指數高者盡量往平面圖的中間置放；平均歡迎指數低者，盡量往三個牆面置放。現有的 Figure1 平面配置搭配平均歡迎指數的圖如下：



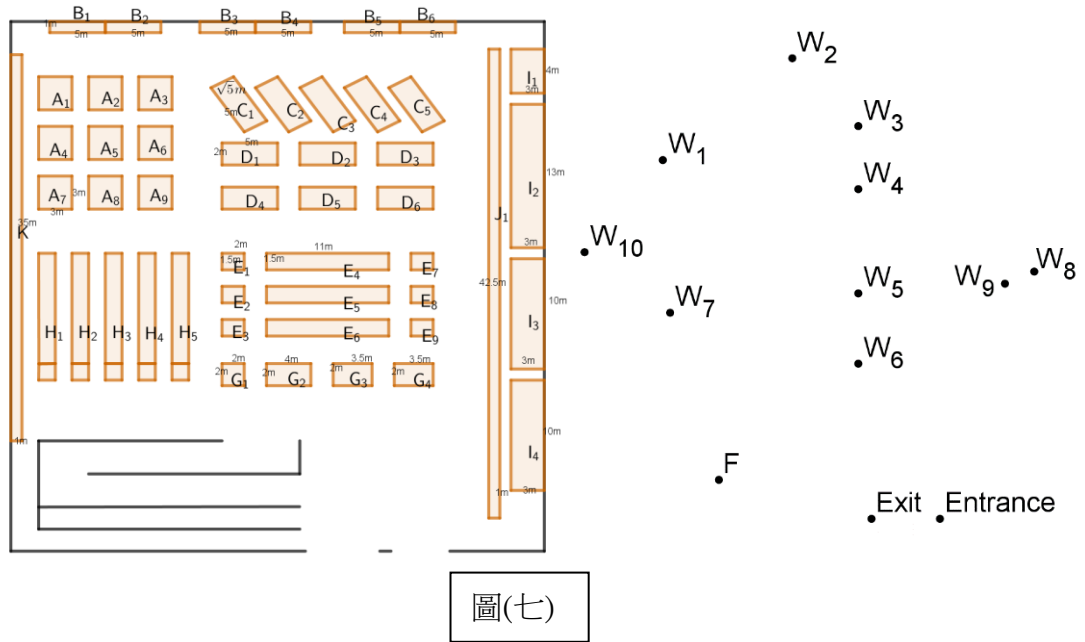
圖(五)

由上圖(五)可以看出，平均歡迎指數較高的確實放在了內部，平均歡迎指數較低者也確實都放在了靠近牆面的位置。如果針對 I 區域與 J 區域的位置互換，應該就可以優化整體路徑風險值。上圖(五)我們在 I 與 J 區域下方畫了一個互換位置的示意方向，此僅有左右平移的微調，卻可以因此成功地降低整體路徑風險數值。經過 I 與 J 的左右評移後，透過 C++ 的輔助計算，算出的整體路徑風險為 107,865,374,720。新的平面配置圖如下圖(六)：



圖(六)

顯然地，這樣的調整的確會達到整體路徑風險變小，但卻在上圖(六)發現不合理之處，也就是調整過後的 J 區最上方把走道封死了，這樣顧客的動線將會被我們的平面規劃而限縮。為了避免如此不合理之處，我們在將上圖的 J 區域往下方平移，形成的新的平面配置圖如下圖(七)：



上圖(七)即為針對 Figure1 優化後的平面配置狀況，而透過 C++ 計算出的整體路徑風險為 107,388,444,672，比上一張圖的 107,865,374,720 又更小了一些。代表不但將走道規劃上更加合理，整體路徑風險也更小了一些。

參、 研究結果與討論

一、本研究認為，會對商品造成的損害因子有下列情形：

表(九)

產品	摔	踩	撞	產品	摔	踩	撞	產品	摔	踩	撞
烘衣機			V	無線耳機		V		筆電	V	V	
洗衣機			V	相機	V			電競筆電	V	V	
洗碗機			V	相機配件	V	V		平板電腦	V	V	
微波爐	V			印表機	V			主機	V		
烤箱	V			耳罩式耳機		V		電競主機	V		
烤箱瓦斯爐	V			藍芽喇叭	V			螢幕	V	V	
吸塵器	V			觸控電腦	V	V		TV	V	V	
掃地機器人	V			Chromebook	V	V					

二、將貨架區域進行分類，計算區域面積；並將商品進行同質分群，將同群的商品占地面積查詢計算後，與貨架區域進行配對，得到表(九)

表(十)

區域代號	中央點名	區域面積 m^2	搭配商品	占地面積	區域佔地比
A	w_1	81	洗碗機+微波爐+烤箱	33.6	41.48%
B	w_2	30	印表機	7.3	24.33%
C	w_3	55.9	筆電+電競筆電	10.8	19.32%
D	w_4	60	螢幕+主機+電競主機+遊戲機	19.3	32.17%

E	w_5	67.5	烘衣機+洗衣機	28.6	42.37%
G	w_6	26	觸控電腦+平板電腦+Chrome book+觸控筆 電	7.0	26.92%
H	w_7	86.25	冰箱	29.0	33.62%
I	w_8	111	電視	62.1	55.95%
J	w_9	42.5	掃地機器人+吸塵器	9.2	21.65%
K	w_{10}	35	無線耳機+相機+相機配件+頭戴式耳機+ 藍芽喇叭	8.7	24.86%

三、透過歡迎指數的計算，發現最受歡迎前兩名商品的歡迎指數都超過 90 分的有以下兩種商品：

表(十一)

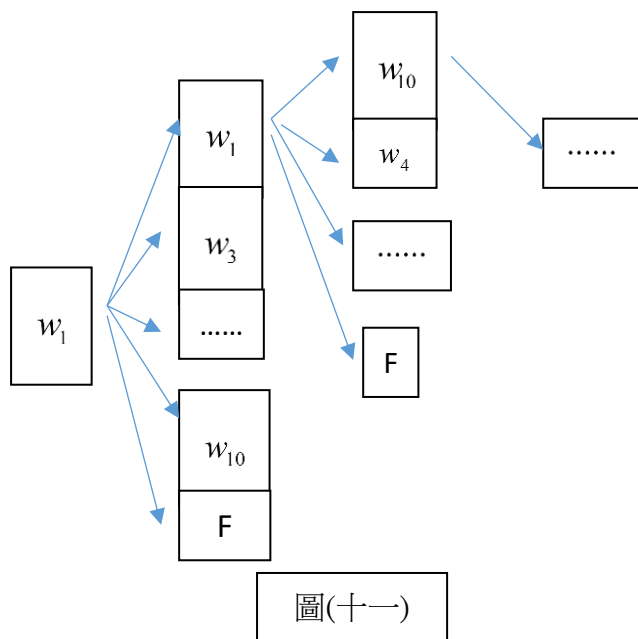
編號	產品名稱	歡迎指數
1	Streaming 4K Ultra HD Hi-Res Audio Wi-Fi Built-In Blu-Ray Player	93.0
2	15.6" Gaming Laptop, AMD Ryzen 5, 8GB Ram, NVIDIA GeForce GTX 1050,	90.5

四、計算出每一個區域中心點數值如表(十一)

表(十二)

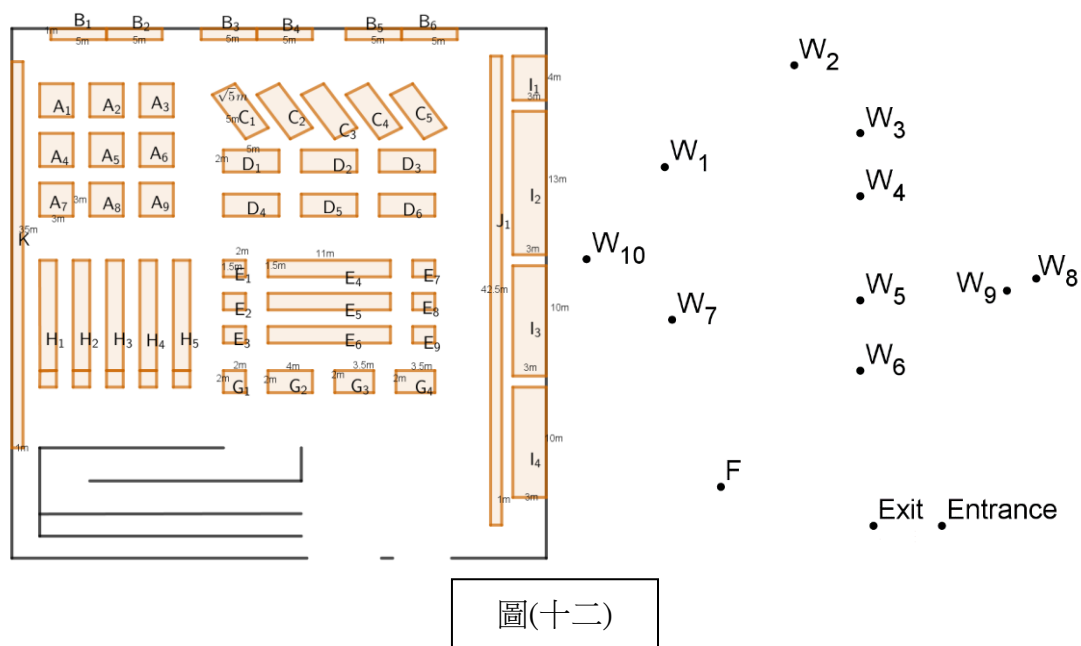
中心點名	數值 (平均歡迎指數)	坐標
w_1	59.0	(8.5, 37)
w_2	48.7	(21.75, 47.5)
w_3	51.7	(28.5, 40.5)
w_4	55.2	(28.5, 34)
w_5	60.1	(28.5, 23.5)
w_6	54.4	(28.5, 16)
w_7	65.9	(9.25, 21.25)
w_8	45.1	(44.5, 25.5)
w_9	51.5	(47.5, 26.75)
w_{10}	45.8	(0.5, 27.5)
F (11)		(14.24, 4.02)
Entrance (12)		(36.85, 0)
Exit (13)		(29.85, 0)

五、制定整體路徑風險計算方式如圖(八)



六、計算出 Figure1 的整體路徑風險數值為 108,671,229,952

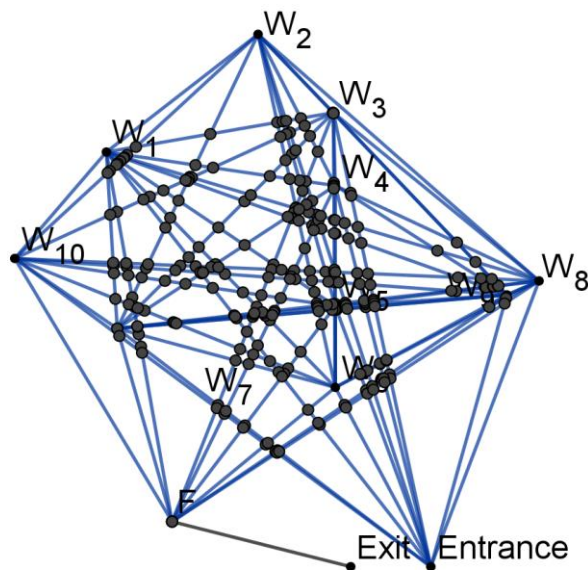
七、優化 Figure1 的平面配置圖如圖(九)



八、計算出優化後的整體路徑風險值 107,865,374,720

肆、 結論與應用

- 一、 本研究尚有可以更加優化平面配置的想法，礙於時間與版面的不足，本研究在此簡述想法。在上述的討論中，為了簡化問題，將貨架區域化，把貨架分為十類，並給予 w_i 到 w_j 各個直線路徑的消費者行走方式。如此設計純粹是簡化問題，雖然消費者可能從各個方向前來，但在實務上這樣的設計當然還是過於簡化。例如靠牆面的貨架，消費者前來的方向就不如位於商場內部的貨架顧客前來的方向多。因此，本研究將每一個直線路徑的繪製，並找出每一個直線路徑的交點視為轉彎處，如未來可以在轉彎處設計權重，將會使得本篇研究更為合理。其方式即為，如靠近 w_i 的交點 (轉彎處) 有五個，代表前往 w_i 的方法數就是五種，如此在計算整體路徑風險時，即可將經過 w_i 的權重乘以 5。當然，靠近 w_i 的交點越多，代表前往 w_i 的方法數越多。在本篇研究中所討論的都是走到 w_i 代表有購買該對應區域的商品。但事實上，顧客在商場中走動到某個貨架前時，並不保證會購買該貨架上商品。只是本研究針對的是閃購活動，意即消費者被本研究假設成搶購的心態，而非拿起商品後看一看還會放回貨架，直接當作消費者會直接購買的消費方式。再加上交點數的變因後，考量的會更加全面，把消費者光是空手前往貨架也有可能對商品造成損壞的因子也計算在整體路徑風險內，數學模型將會更加完善，其示意圖如下圖(十)。



圖(十)

二、計算整體路徑風險的程式碼如下：

```
#include<stdio.h>

#include<stdlib.h>

#include<math.h>

const int n=12;

float s=0,cost=0;

int mark[n];

float w[n]={0,59,48.7,51.7,55.2,60.1,54.4,65.9,45.1,51.5,45.8,1};

float x[n]={0,8.5,21.75,28.5,28.5,28.5,28.5,9.25,46.5,43.5,0.5,14.24};

float y[n]={0,37,47.5,40.5,34,23.5,16,21.25,25.5,24.25,27.5,4.02};

void cal(int now){

    if(now==n-1){

        cost+=s;

        /*printf("%f",s);

        printf("\n");

        printf("%f",cost);

        printf("\n");

        printf("\n");*/

        return;    }

    int i;

    float dis;

    for(i=1;i<n;i++){

        if(!mark[i]){

            mark[i]=1;

            dis=sqrt(pow(x[i]-x[now],2)+pow(y[i]-y[now],2));

            s+=w[now]*dis;

            cal(i);
```



```

        s-=w[now]*dis;

        mark[i]=0;        }        }        }

int main(){

    int i;

    for(i=0;i<n;i++){

        mark[i]=0;

    }

    mark[0]=1;

    cal(0);

    printf("%f",cost);}

```

伍、 參考文獻

- 一、 MARKET REALIST(2015年06月19日)。 Best Buy sees better same-store sales in 3Q 2015 。
 取自 <https://articles2.marketrealist.com/2015/01/best-buy-sees-better-store-sales-3q-2015/#aprd>
- 二、 百度文庫(2012年10月31日)。 王老吉現代渠道產品陳列標準。 取自
<https://wenku.baidu.com/view/a65613f44693daef5ff73d06.html>
- 三、 百度文庫(2013年08月08日)。 商業經營管理中的幾個數學模型分析。 取自
<https://wenku.baidu.com/view/3738316327284b73f242502a.html?from=search>
- 四、 每日頭條(2016年09月08日)。 有了商品配置表，老闆再也不用擔心貨品管理了!。 取自
<https://kknews.cc/zh-tw/finance/y6zbpjj.html>

五、李文德(民91)。量販店之經營管理及競爭策略(碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。

六、泛科學(2014年11月26日)。群眾人數，怎麼估比較專業？取自

<https://pansci.asia/archives/71330>

七、林筱涵(民103)。存貨與需求相依之網路團購決策模型(碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。

八、金毓傑(民100)。商場走道空間使用者滿意度分析(碩士論文)。取自臺灣博碩士論文系統。

九、第三章。賣場管理。取自 <http://demo1.nkuht.edu.tw/~tient/ebusiness/ba3.htm>

十、第三章。現有的風險量化模型方法簡介。取自

<https://nccur.lib.nccu.edu.tw/bitstream/140.119/35411/7>

【評語】 130009

本研究發想自第六屆數學建模挑戰賽之國際賽題，要建構數學模型，計算路徑風險值，並藉由定量分析預測，預測商品受歡迎程度，進而建構最佳的平面配置方式。

議題很有趣，建議可增加其他與消費行為更相關的參數，例如各類型商品的每單位時間聚集人數，個人喜好與需求度，受歡迎商品擺設距離入口的相對位置，如何影響消費者路徑，已達到分散減低損耗（或途經其他商品）的可能性