午餐系統及分析

作者:吳邦寧、白翔云

[壹、研究動機 5](#_Toc532046710)

[貳、研究目的 5](#_Toc532046711)

[參、實驗器材及設備 5](#_Toc532046712)

[肆、研究過程及方式 6](#_Toc532046713)

[一、系統使用方法 6](#_Toc532046714)

[(一)、學生、代訂使用方法 7](#_Toc532046715)

[(二)、合作社、廠商使用方法 9](#_Toc532046716)

[二、資料庫 11](#_Toc532046717)

[(一)、動態查詢 12](#_Toc532046718)

[(二)、Procedure優化 12](#_Toc532046719)

[三、後端 13](#_Toc532046720)

[(一)、處理流程 13](#_Toc532046721)

[(二)、效能阻塞 14](#_Toc532046722)

[1. session 阻塞 14](#_Toc532046723)

[2. 資料庫存取阻塞 14](#_Toc532046724)

[(三)、安全性 15](#_Toc532046725)

[1. 密碼安全性 15](#_Toc532046726)

[2. SQL注入*(Sql injection)* 15](#_Toc532046727)

[3. XSS 15](#_Toc532046728)

[4. 資料庫死結 15](#_Toc532046729)

[四、前端 16](#_Toc532046730)

[(一)、iOS前端 16](#_Toc532046731)

[1. 呼叫後端 16](#_Toc532046732)

[2. 頁面圖 17](#_Toc532046733)

[3.錯誤分析 17](#_Toc532046734)

[(二)、網頁前端 18](#_Toc532046735)

[1. ajax 18](#_Toc532046736)

[2. 分類樹 18](#_Toc532046737)

[3. 後端運算 19](#_Toc532046738)

[(三)、輔助外掛 19](#_Toc532046739)

[1. 當日會計報表 19](#_Toc532046740)

[2. 新生資料匯入軟體 19](#_Toc532046741)

[(四)、前後端交換介面 20](#_Toc532046742)

[1. 輸出資料結構 20](#_Toc532046743)

[2. 命令介面 20](#_Toc532046744)

[3. JSON與編碼 20](#_Toc532046745)

[五、預測模型 21](#_Toc532046746)

[(一)、資料結構 21](#_Toc532046747)

[1. 點餐序列 21](#_Toc532046748)

[2. 點餐圖 21](#_Toc532046749)

[(一)、宏觀模型 23](#_Toc532046750)

[1. 鄰接機率矩陣 23](#_Toc532046751)

[2. 馬可夫矩陣 24](#_Toc532046752)

[3. 求穩定狀態 24](#_Toc532046753)

[(1). 反矩陣解穩定狀態 25](#_Toc532046754)

[(2). 矩陣快速冪 25](#_Toc532046755)

[4. 線性回歸 26](#_Toc532046756)

[(二)、微觀模型 26](#_Toc532046757)

[1. logistic模型 26](#_Toc532046758)

[2. 決策模型 28](#_Toc532046759)

[3. 預測模型 29](#_Toc532046760)

[(三)、模型應用 29](#_Toc532046761)

[1. 模型的比較 29](#_Toc532046762)

[伍、目前研究結果 30](#_Toc532046763)

[一、使用心得 30](#_Toc532046764)

[(一)、廠商、合作社 30](#_Toc532046765)

[(二)、學生、代訂 30](#_Toc532046766)

[二、分析資料 30](#_Toc532046767)

[(一)、宏觀模型 30](#_Toc532046768)

[(二)、微觀模型 30](#_Toc532046769)

[(三)、應用 30](#_Toc532046770)

[陸、參考資料及其他 30](#_Toc532046771)

[一、發展期望 30](#_Toc532046772)

# 壹、研究動機

我與朋友在路上閒晃時，我們突然想到

# 貳、研究目的

可追蹤特定目標族群

可預測明日之點餐數量

與產品經理討論並開發所需功能

# 參、實驗器材及設備

# 肆、研究過程及方式

　　午餐系統後端由php作為後台，mysql作為資料庫，並且輸出結果到前後端交換介面；網頁版前台、iOS前台及其他外掛插件，從前後端交換介面擷取資料，再將資料展現給使用者。

午餐系統與大多數POS系統的不同之處在於我們擁有非常良好的可擴充性，如同電子布告欄「BBS」，任何人都能實作自己的前端，只不過我們採用JSON作為資料交換介面，而BBS採用Telnet協定。

午餐系統每天都會有大量的點餐資料，如果能對這些資料進行分析，就能夠協助廠商預測明天的餐點量，於是我們設計了「宏觀模型」以及「微觀模型」。

## 一、系統使用方法

以下是使用午餐系統的使用概念，資料會跟著箭頭傳給下一個使用者。

### (一)、學生、代訂使用方法

學生可以點餐，代訂可以代替學生點餐；學生可以在查看點單中查看自己的付款狀態，代訂在學生繳錢之後，可以將點單標記為已繳款。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 點餐 | 未付款 | 已付款 |
| 學生 |  |  |  |
| 代訂 |  |  |  |

我們也有提供iOS版的前端，功能與網頁版前端類似，不過比網頁版前端簡潔，對於一些排版細節也做得比較網頁版前端好。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 點餐 | 未繳款/已繳款 |
| 學生 | https://scontent.ftpe7-3.fna.fbcdn.net/v/t1.15752-9/47489375_347657152693330_5443641125195743232_n.jpg?_nc_cat=102&_nc_ht=scontent.ftpe7-3.fna&oh=9e88cb31fb16de7604c9b4eb9b1440d2&oe=5C640665 | https://scontent.ftpe7-4.fna.fbcdn.net/v/t1.15752-9/47447996_218193415770248_959321056261177344_n.jpg?_nc_cat=101&_nc_ht=scontent.ftpe7-4.fna&oh=cdd01f7bbd67f3f7b278108f790f6258&oe=5C6B7DC1 |
| 代訂 | https://scontent.ftpe7-2.fna.fbcdn.net/v/t1.15752-9/47326451_287830948532459_3444340179689537536_n.jpg?_nc_cat=109&_nc_ht=scontent.ftpe7-2.fna&oh=cdcb169fd9e6746d7e5eaabc1156e9ea&oe=5CA03F91 | https://scontent.ftpe7-2.fna.fbcdn.net/v/t1.15752-9/47682666_308487483099723_488542741689532416_n.jpg?_nc_cat=104&_nc_ht=scontent.ftpe7-2.fna&oh=d02b789ce3eefc8607414ff6fe32429d&oe=5C986C5D |

代訂可以上傳資料，接下來資料就會傳送到合作社手上，上傳之後的資料沒辦法撤銷了。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | iOS | 網頁 |
| 未上傳 | https://scontent.ftpe7-2.fna.fbcdn.net/v/t1.15752-9/47682666_308487483099723_488542741689532416_n.jpg?_nc_cat=104&_nc_ht=scontent.ftpe7-2.fna&oh=d02b789ce3eefc8607414ff6fe32429d&oe=5C986C5D |  |
| 已上傳 | https://scontent.ftpe7-2.fna.fbcdn.net/v/t1.15752-9/47320544_2149230412059299_8161086604325158912_n.jpg?_nc_cat=104&_nc_ht=scontent.ftpe7-2.fna&oh=3c4299144fc0c5edddec8c74a2687ae3&oe=5C9A5FF7 |  |

### (二)、合作社、廠商使用方法

合作社可以將上傳過來的點單標記為已繳款，確認繳款的資料會傳給廠商，廠商就可以開始製作餐點了；有些廠商因為工作環境較為油膩，不適合使用電子產品，所以我們做了額外的列印紙本功能，可以將點單資料列印成紙本。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 合作社 | 廠商 |
| 顯示餐點 |  |  |

每間廠商都能夠列印自己的總表、班表，總表可以讓廠商知道今天總共需要生產多少份便當，藉此加快生產速度；班表可以告訴廠商今天某班需要多少份餐，將每班所需放入班級籃即可(該行為也稱為撿餐)。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 總表 | 班表 |
| 廠商 |  |  |

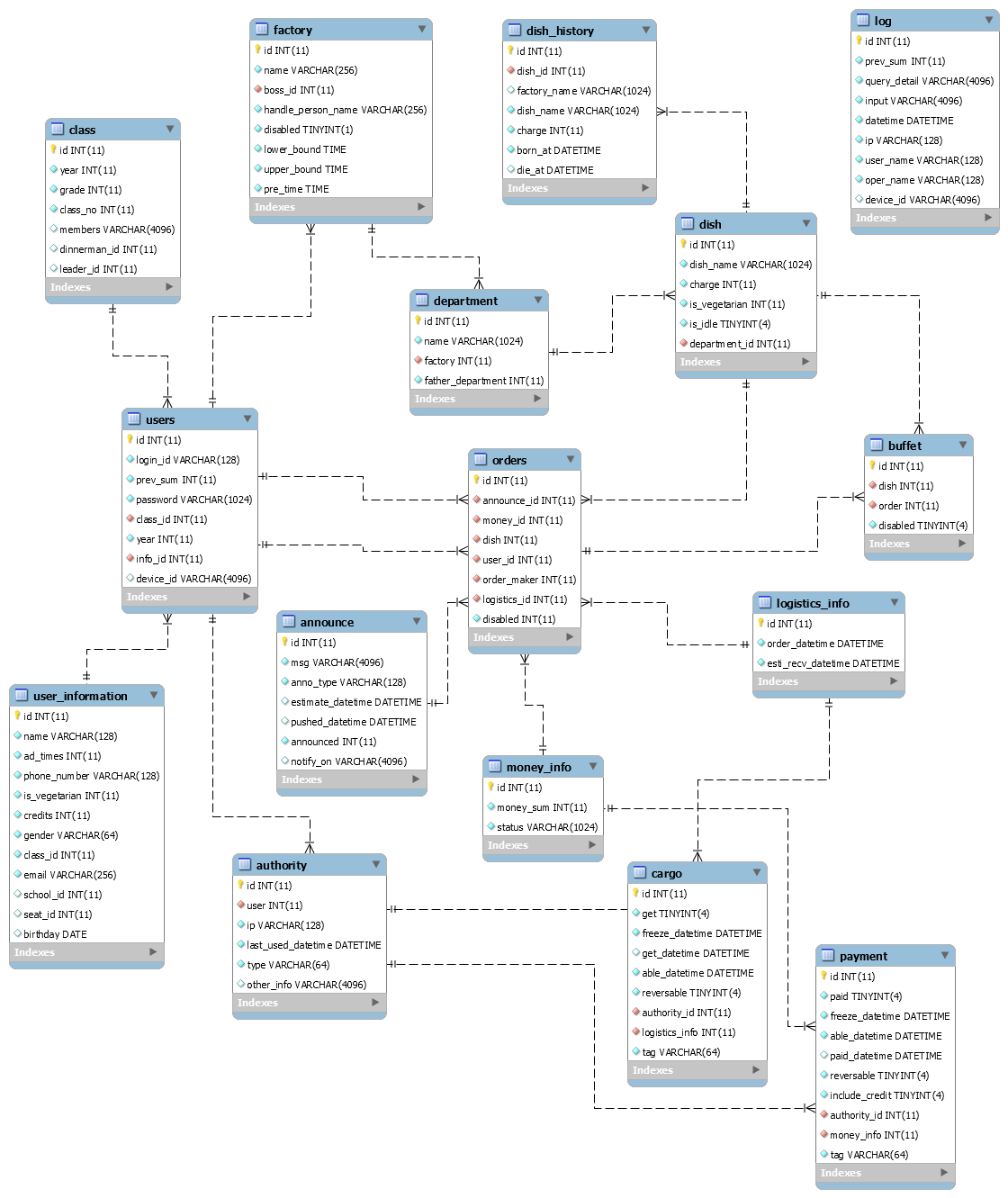
合作社能夠輸出當日會計報表，方便對帳，以下是合作社的輸出當日報表程式。

|  |  |
| --- | --- |
| 輸出程式 |  |
| 輸出結果 |  |

選定好輸出的日期之後，就能夠輸出資料到Excel上了，在Excel的右側表格可以直接輸入今天拿到多少錢，Excel就會把總金額計算好。

## 二、資料庫

　　下列為午餐系統的資料結構模型，每一條線代表一個關聯性連接。



午餐系統的資料庫為關聯性資料庫，並使用innoDB做為引擎，innoDB支援交易機制，比起myisam，使用innoDB更方便處理死結回溯的問題。

### (一)、動態查詢

後台會根據傳入參數，使用這六種篩選語句*(syntax)*組合成所需的篩選條件，向資料庫下達SQL指令。

|  |  |
| --- | --- |
| 時間下界 | AND (? < LO.esti\_recv\_datetime) |
| 時間上界 | AND (? > LO.esti\_recv\_datetime) |
| 針對特定使用者搜尋 | AND (? = U.id) |
| 針對某間廠商進行搜尋 | AND (? = F.id) |
| 針對特定列查詢 | AND (? = O.id) |
| 針對班級查詢 | AND ((SELECT U.class\_id FROM users AS U WHERE U.id = ?) = U.class\_id) |

在下達sql指令時，可以使用代稱*(alias)*來方便撰寫sql語句，以下是篩選語句的解釋。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 中文名稱 | 英文全名 | 英文縮寫 |
| 使用者 | User | U |
| 物流資訊 | Logistic info | LO |
| 廠商 | Factory | F |
| 點單 | Order | O |

### (二)、Procedure優化

對於單語句*(syntax)*的sql操作，直接在php中呼叫資料庫即可；對於多語句的sql操作，則包裝成一個Procedure，方便處理死結(Deadlock)回溯(Rollback)，也不必與資料庫伺服器多次連線。

下表為該Procedure進行四種基本操作(insert/update/delete/select)的數量，包裝的操作越多，越能節省與資料庫連線的時間。

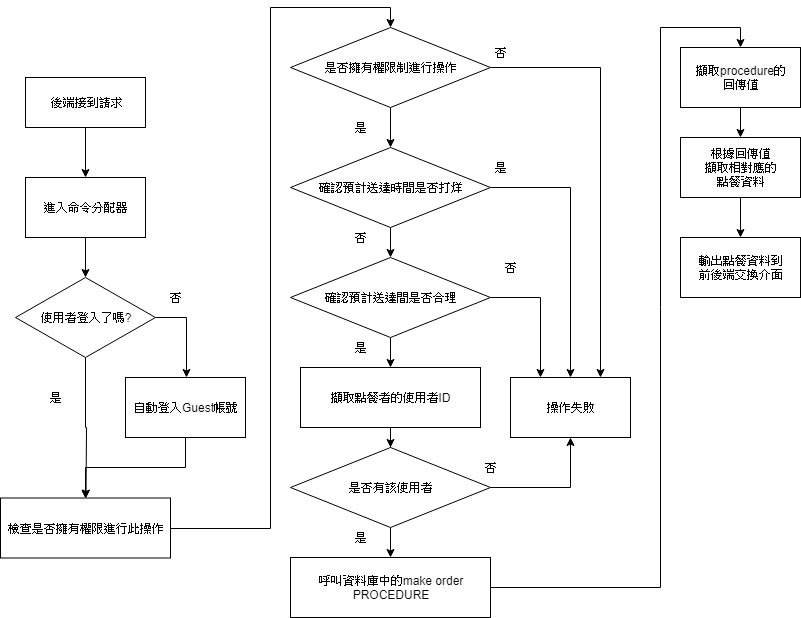
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Insert | Update | Delete | Select | 總計 |
| Make order | 6 | 0 | 0 | 9 | 15 |
| Make payment | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Login | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 |
| Update dish | 1 | 2 | 0 | 1 | 4 |

## 三、後端

下圖為後端的架構，我們將後端分成多個模組，方便維護，也方便開發新功能。

### (一)、處理流程

　　以進行點餐操作為例，系統會先進行嚴密的輸入審查，確認是否無誤後，再將資料寫入資料庫，資料庫回傳點餐id，後端抓出該筆資料，經過編碼之後輸出到交換介面，以下為處理的流程圖。



### (二)、效能阻塞

#### 1. session 阻塞

　　php為了保證執行緒安全，同一個session同時只能給一個請求使用。在每個請求都不會提前釋放session的狀況下，同時送出大量請求，會使得效能非常低落，如下圖所示。

上圖中，請求(3)等候前面兩個請求處理完才開始執行，成為緩慢的串行命令。如果程式會先複製好session再執行，則每個請求只需要等候其他請求複製完資料，就能夠先開始執行了，如下圖所示。

　　上圖中，請求(3)僅等候前面兩個請求複製資料，因為不必等候其他請求，因此能受益於CPU的平行處理，使得效能提升。

#### 2. 資料庫存取阻塞

　　資料庫的存取速度遠遠低於記憶體的存取速度，如果每次使用常駐資料時，都向資料庫要求一次資料，則這些常駐資料請求會拖累系統效能。後端會將常駐資料先快取於session，需要使用資料時直接從session調用資料，就不必再向資料庫請求資料了。

### (三)、安全性

針對後端安全，我們進行了以下幾種保護措施。

#### 1. 密碼安全性

對於所有工作人員的密碼，皆為六個字元以上的英數混和字串，且所有的登入失敗都會寫入紀錄檔中，方便追蹤帳號是否有安全性疑慮。

#### 2. SQL注入*(Sql injection)*

不以舊版的mysql模組操作資料庫，而以新版的mysqli操作資料庫；並且將所有的statement進行prepare後bind\_param，不直接在statement中寫入值，如下列虛擬碼所示。

|  |  |
| --- | --- |
| 具有sql注入風險 | 不具有sql注入風險 |
| $sql=”select id from orders where id = $uid”  $database->execute($sql) | $sql=”select id from orders where id = ?”  $database->prepare($sql)  $database->bind\_param(“1 or True”)  $database->execute() |

#### 3. XSS

在check\_valid 模組中，嚴格限制了每個輸入參數，凡是參數不符合規定，則立刻丟出例外狀況，並寫入記錄檔中。

#### 4. 資料庫死結

　　在單線程的測試環境下，很少會遇到資料庫死結，而在系統真正運行的時候，常會遇到不可預知的死結。一個Procedure包裝了多個語句(Syntax)，若是在尚未執行完Procedure前，發生了死結，則可能會有不可預知的後果。

我們針對容易發生死結的Procedure加上start transcation、rollback、commit，若是在Procedure尚未結束前發生死結，則回溯(Rollback)整個Procedure進行的操作。

## 四、前端

### (一)、iOS前端

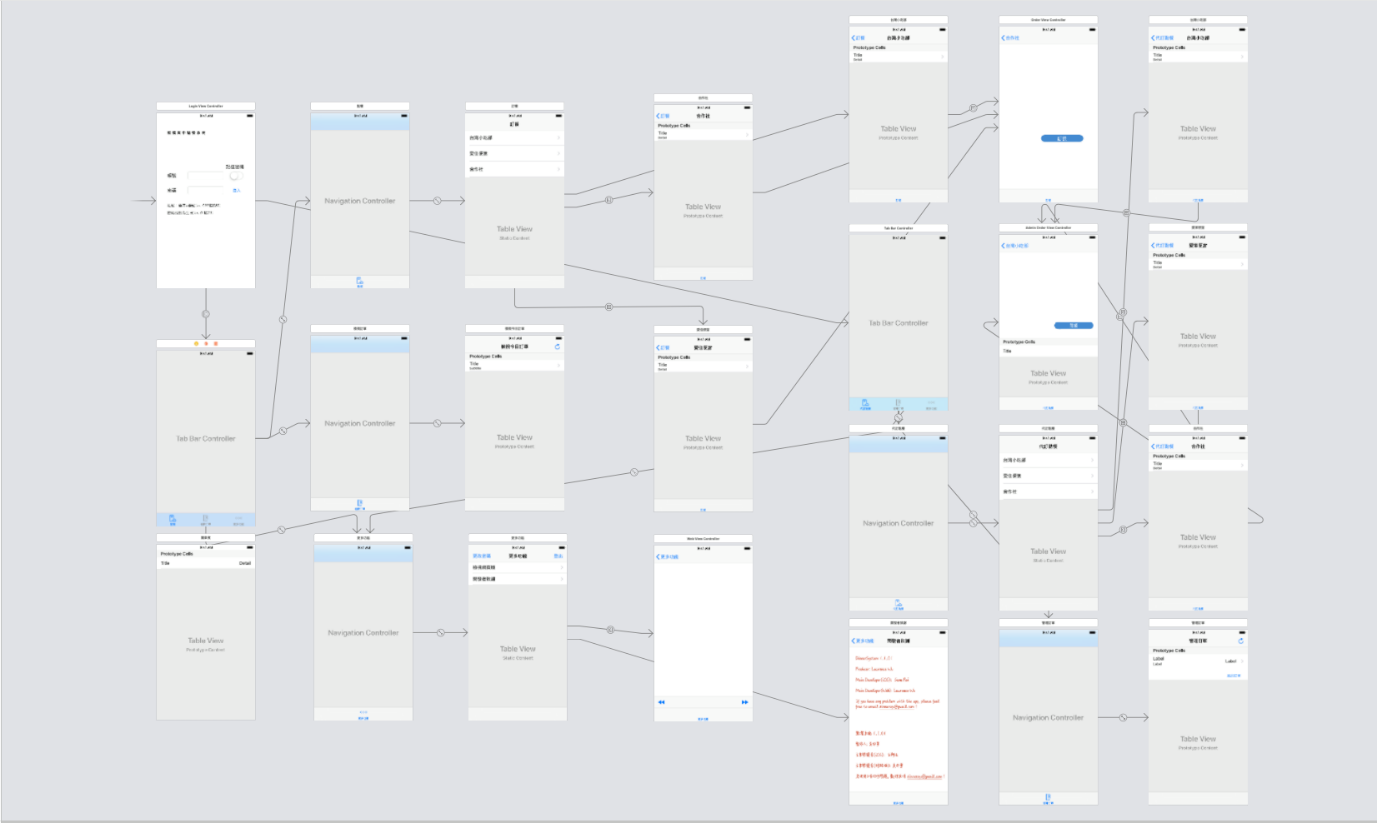
iOS前端為專屬開發給蘋果使用者的操作介面，由於網頁版前端較不簡潔，我們開發了專屬於蘋果使用者的前端，該前端符合iOS的人機互動指南。

以下為iOS前端的登入畫面，我們可以見到前端十分簡潔，與使用者的互動簡單明瞭。

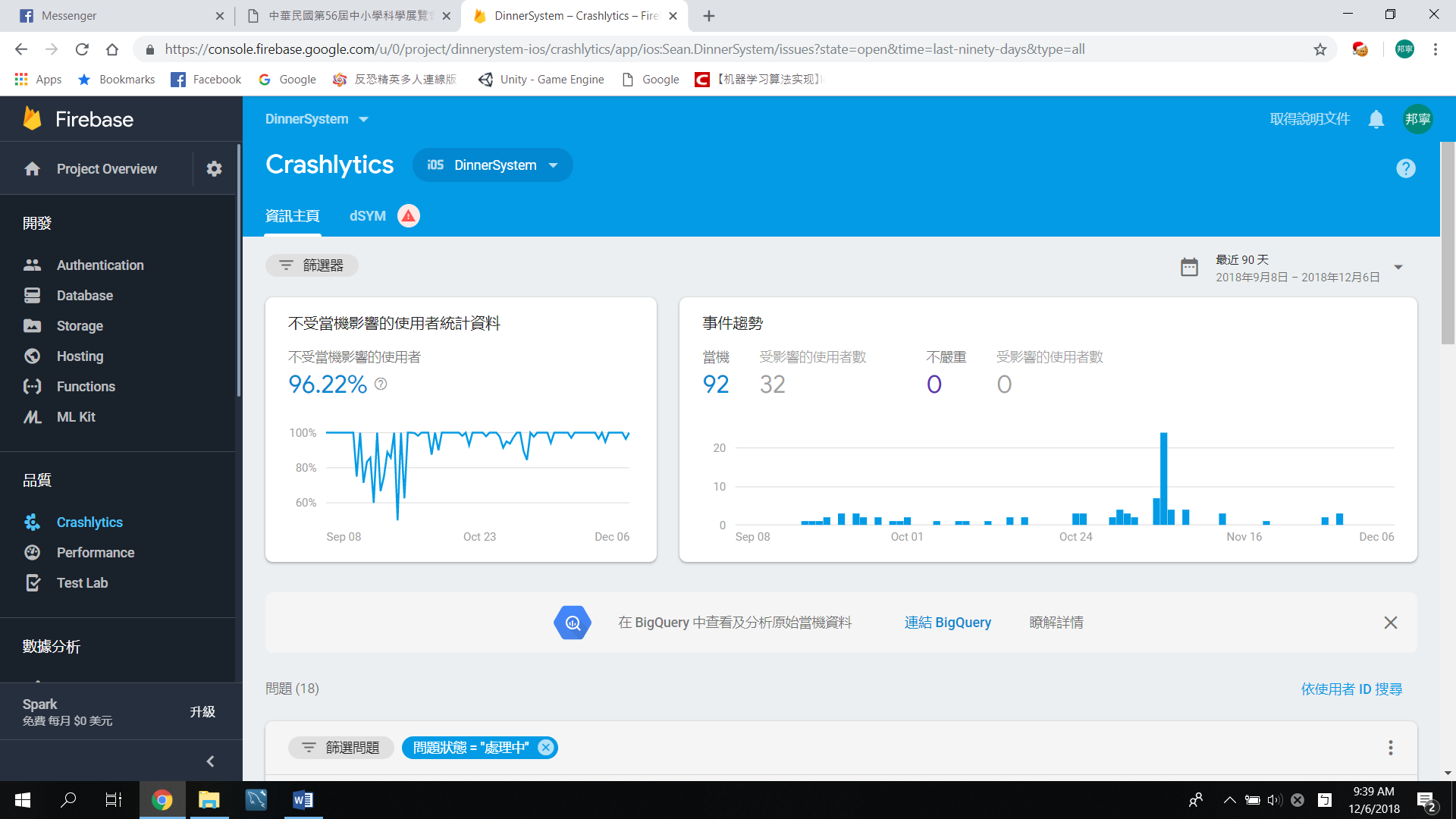
#### 1. 呼叫後端

採用Alamofire第三方API(Application Interface) 進行HTTP請求(request)及回應(response)，上傳時以get方法訪問(Request)伺服器，並使用Swift原生API中的JSONDecoder來解析伺服器回傳的Json字串。

#### 2. 頁面圖

以上為iOS前端的頁面(Layout)關係圖，我們可以見到十分複雜的設計關係圖，每一條線代表觸發任何事件後可以從一個頁面(Activity)轉跳至下一個頁面(Activity)。

#### 3.錯誤分析

 發生任何錯誤狀況時，App會傳送資料給Crashlytics，在Firebase開發者頁面中可以立即看到發生的例外狀況，也會發送電子郵件給開發者，讓開發者能夠在最快的時間內修正錯誤，以下是Crashlytics的統計分析，在九月時系統剛剛上線，較不穩定，進入十月之後系統就幾乎沒有任何問題了。

### (二)、網頁前端

網頁前端擁有最完整的功能，而且當其他前端無法運作時，網頁前端會確保大多數使用者還能夠使用系統，不會使整套系統停止運作。

#### 1. ajax

對於批次點餐、繳款、上傳，我們使用ajax技術向伺服器後端請求資料。使用ajax技術不只可以避免前後端耦合，還可以受惠於平行處理使得效能增加。

#### 2. 分類樹

當我們想要確認繳款101點的所有餐時，我們不必一一查看所有點單，我們只需要查看101的分類就可以了，上圖為分類樹的抽象概念，下圖為實際使用分類樹。



由右圖可見，下列該分類樹的階層。

1. 班級
2. 是否付款
3. 廠商
4. 餐點
5. 點單

分類樹還會順便把金額數量加總，方便點帳。在金額無誤時，就直接按下已繳款按鈕；金額有誤時，從階層式的資料中找出是哪裡點錢點錯了即可。

#### 3. 後端運算

為了避免讓前端處理大量資料，我們選擇先在伺服器使用分類樹整理資料。

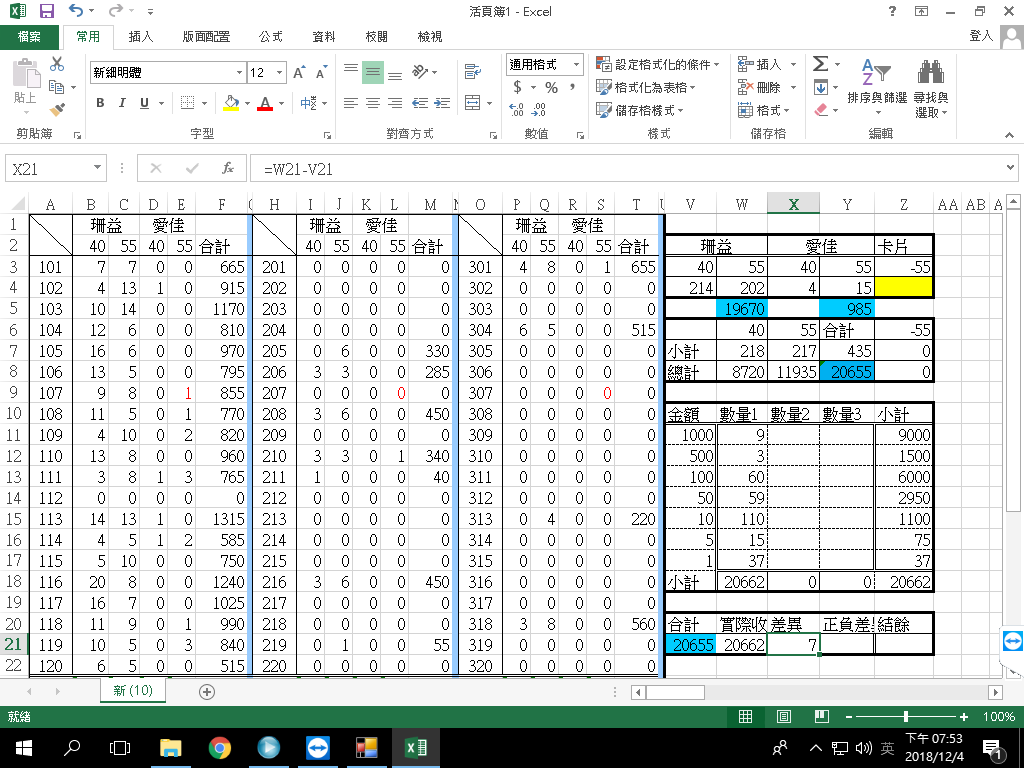
在前端的collapsable模組中，先呼叫後端主模組backend\_main，抓取點餐資料，再將資料傳給collapsable進行整理並轉為HTML字串，再將已經轉為HTML碼的字串傳給前端，雖然浪費了多一點的網路，但是能夠節省前端運算的大量時間。

### (三)、輔助外掛

#### 1. 當日會計報表

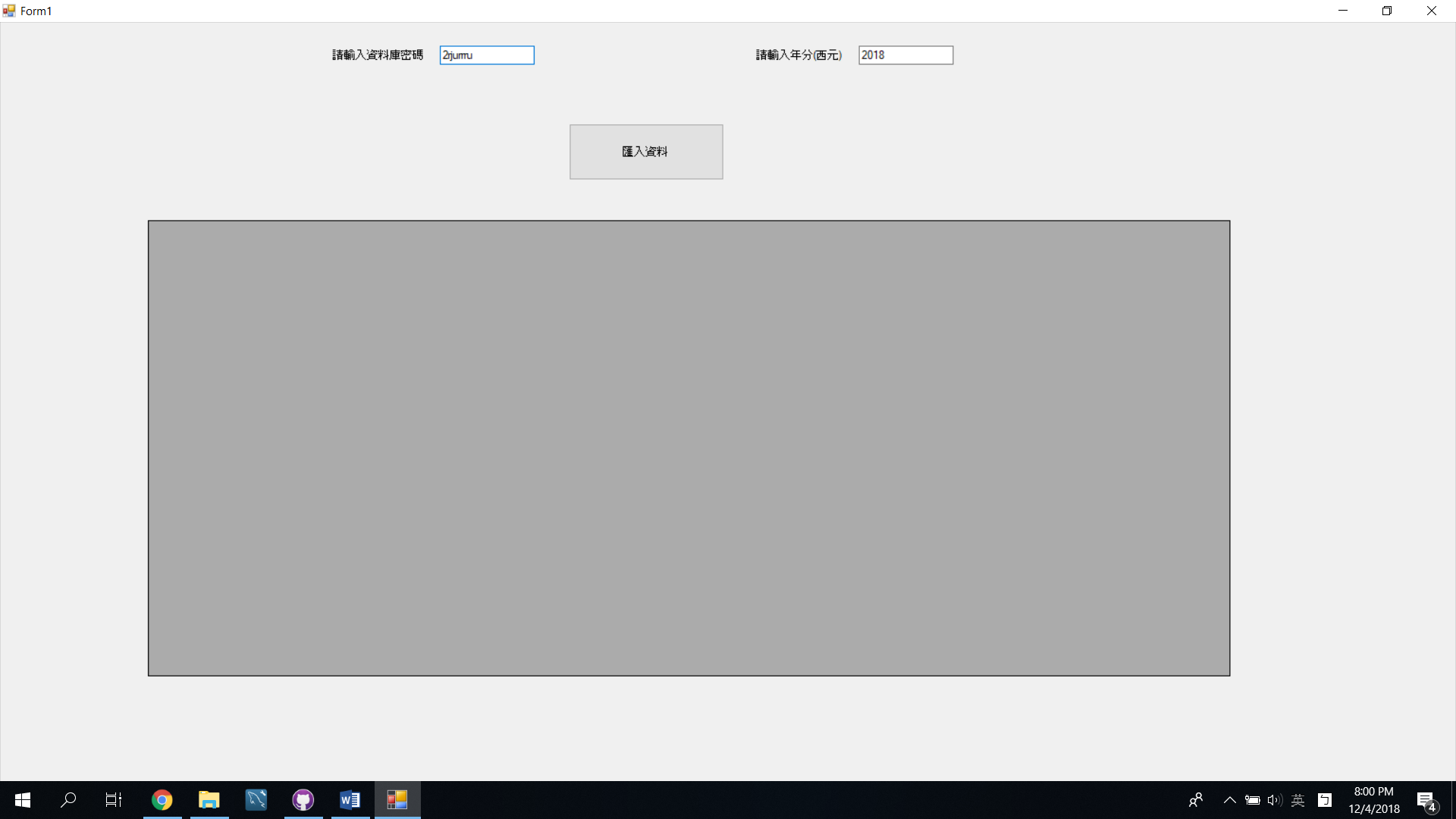
會計報表可以視為一個前端，會將點餐資料統整之後輸出給Excel，以下為十月二十三號的會計報表。

我們可以看到當天的差異只有7，而這大多是人為計算錯誤，不必太在意。



#### 2. 新生資料匯入軟體

匯入軟體必須放在伺服器主機內，才能存取資料庫，新生資料匯入軟體會先從Excel資料表裡面抓取新生資料，再將資料轉成SQL語句，交給資料庫處理。



### (四)、前後端交換介面

前後端交換介面確保後端與前端的獨立，任何能夠操作命令介面，與使用者互動，並且能夠擷取回傳資料，不論語言、平台撰寫成的程式，皆可被視為一個前端；任何能夠根據命令回傳出相對應的程式，不論語言、不論平台，也皆可被視為一個後端。

#### 輸出資料結構

原始輸出為JSON字串，我們將JSON轉換成表格，以利理解，以下表格為精簡後的點單資料結構。

|  |  |
| --- | --- |
| **id** | 22410 |
| **user** | |  |  | | --- | --- | | **id** | 11184 | | **name** | 白翔云 | | **seat\_no** | 20904 | |
| **dish** | |  |  | | --- | --- | |  | | | **dish\_name** | 卡拉雞 雞塊 三副菜 | | **dish\_id** | 1 | | **dish\_cost** | 55 | |

#### 命令介面

以下表格為精簡後的命令界面，「-」代表沒有參數。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| login | id=[使用者帳號] | password=[密碼] |
| select\_self | esti\_start=[時間上界] | esti\_start=[時間上界] |
| set\_payment | oid=[點餐單號] | target=[是否繳款] |
| make\_order | did=[餐點號碼] | esti\_recv=[預計送達時間] |

如第一列所示，其意義代表：「使用get/post方法造訪後台，以cmd為索引，傳入字串login；以id為索引，傳入使用者帳號；以password為索引，傳入密碼」。

#### 3. JSON與編碼

採用UTF-8編碼，包含BOM Header，對於JSON中包含的中文字串不予加以編碼，對於「”」字元更改為「\”」，對於「\」字元更改為「\\」。

## 五、預測模型

我們先跟廠商、合作社打聽了一下平常點餐的趨勢，廠商表示「韓式拌飯」、「牛肉燴飯」特別多人點購，而且訂購便當的意願隨著在學校的時間漸漸降低。

我們經過初步分析，得知高一最多人點餐，高二的點餐人數較少，高三幾乎沒有人點餐，每天的點餐人數大約以OO份餐/天緩慢下滑，

### (一)、資料結構

原始的點餐資料可以視為下列表格，「-」代表沒有點餐。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 甲生 | 乙生 | 丙生 | 丁生 | 戊生 |
| 08/07 | 韓式拌飯 | 烤肉飯 | - | 烤肉飯 | 素便當 |
| 08/08 | - | 烤肉飯 | 韓式拌飯 | - | 素便當 |
| 08/09 | 素便當 | 韓式拌飯 | 素便當 | 烤肉飯 | 素便當 |
| 08/10 | 烤肉飯 | 烤肉飯 | - | 韓式拌飯 | 素便當 |
| 08/11 | 韓式拌飯 | 烤肉飯 | 韓式拌飯 | 韓式拌飯 | 素便當 |

以下根據所需的原料進行分類，由上往下進行篩選，例如「韓式拌飯」符合第一行的Regex篩選，故屬於調味飯類；「烤肉飯」不符合第一行的Regex篩選，而符合第三行的Regex篩選，故屬於便當類。

|  |  |
| --- | --- |
| 焗烤拌飯類 | Regex: "(焗)|(拌飯)" |
| 麵類 | Regex: "(烏龍)|(麵)|(湯)" |
| 便當類 | Regex: "(副菜)|(飯)" |
| 小吃類 | Regex: "((餃)|(蔥抓餅)|(鍋貼)|(板條))" |
| 鍋類 | Regex: "(鍋)|(粥)" |

#### 1. 點餐序列

將甲生的點餐資料提取出來，並且加以分類，再填上是否有點餐，即為點餐序列。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 甲生 | 08/07 | 08/08 | 08/09 | 08/10 | 08/11 |
| 餐點類別 | 調味飯類 | - | 其他 | 便當類 | 調味飯類 |
| 是否點餐 | True | False | True | True | True |

#### 2. 點餐圖

根據原點餐序列，刪去沒有點餐的那一天，即如下表。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 甲生 | 08/07 | 08/09 | 08/10 | 08/11 |
| 餐點類別 | 調味飯類 | 其他 | 便當類 | 調味飯類 |
| 是否點餐 | True | True | True | True |

將每一天的轉移視為圖上的一個邊，每一個分類視為圖上的一個節點，則可得到一個有向圖。

若將所有人的點餐序列寫入同一張圖，則可得到如同下面的有向圖，我們稱呼他為點餐圖。

### (一)、預測模型

宏觀模型適合去預測全校明天的點餐數量，不必進行大量運算就能得到模型，不過精確度相較於微觀模型較低。

我們使用穩定狀態以及線性回歸來預測未來的點餐量，先使用矩陣來求出穩定狀態，再使用線性回歸算出當天的便當總數，最後可以得到下式。

我們可以將現實世界中的操作抽象化，成為圖論中的操作，方便程式預測，下表為現實世界中的操作與圖論中的操作對照表。

|  |  |
| --- | --- |
| 圖論上的操作 | 現實世界的意義 |
| 從圖上的任意一個點出發 | 第一天先隨便點一道菜 |
| 經由任意一條邊 | 經過了一天 |
| 到達圖上的另外一個點 | 第二天點了另外一道餐 |
| 經過一個自環 | 經過了一天，決定要吃同一道菜 |
| 到了同一個點 | 第三天點了同一道菜 |

#### 1. 鄰接機率矩陣

對於任意有向圖，將(節點到節點所有邊的數量)/(節點的出度)，寫入矩陣中的，則之值為從節點移動步之後到達節點的機率。

1

2

5

1

3

5

3

6

上圖為點餐圖，邊旁邊的數字為重邊的數量，下表為該圖的鄰接矩陣，鄰接矩陣之值為節點到節點所有邊的數量。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 韓式拌飯 | 烤肉飯 | 燒肉飯 |
| 韓式拌飯 | 3 | 3 | 1 |
| 烤肉飯 | 5 | 6 | 5 |
| 燒肉飯 | 1 | 0 | 2 |

上表為該圖的鄰接矩陣，下表為鄰接機率矩陣，其中，為從節點移動到節點的機率為多少。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 韓式拌飯 | 烤肉飯 | 燒肉飯 |
| 韓式拌飯 | 1/3 | 1/3 | 1/8 |
| 烤肉飯 | 5/9 | 2/3 | 5/8 |
| 燒肉飯 | 1/9 | 0 | 1/4 |

對於矩陣，我們可以得知，即為從節點 經過任意節點再到達節點之機率和，同時也為從節點到移動兩步到達節點的機率。

#### 2. 馬可夫矩陣

對於點餐向量，代表原先餐佔所有餐的比例，若，則代表經過天後餐的比例。我們定義，而且經過多次轉移之後，會漸漸趨近於一個穩定狀態，則我們可以得到方程式。

此時，我們稱呼為矩陣的穩定狀態。

#### 求穩定狀態

我們有兩種方法可以求穩定矩陣，第一種叫做「反矩陣解聯立」，第二種叫做「矩陣快速冪」，下表比較了兩種方法的優劣。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 反矩陣解聯立 | 矩陣快速冪 |
| 優點 | 能夠求出真正的穩定狀態 | 保證有輸出值 |
| 缺點 | 不一定能夠求出穩定狀態 | 只能求出近似穩定狀態 |

在反矩陣解聯立無法求出穩定狀態時，我們使用矩陣快速冪作為替代方案，由於矩陣快速冪有一定的機率會失準，我們選擇多求出幾個近似的穩定狀態，再將各個近似狀態平均，藉此取得較為精準的穩定狀態。

##### (1). 反矩陣解穩定狀態

根據穩定狀態的定義，我們可以得到下列聯立方程式。

化簡後得

對於聯立方程組有以下性質，為給定的係數矩陣，為給定的值矩陣，為未知數矩陣。

將視為方程式中的係數，且，我們得知有一行方程式無用，於是可以得到下式。

於是我們可以求得穩定狀態，不過並不是每一個都有反矩陣，於是我們使用矩陣快速冪作為替代方案。

##### (2). 矩陣快速冪

矩陣乘法具有結合律，並根據下列二式，我們可以得知只需要在的時間內就能得知的值。

給定越大的數字，求出來的向量越接近穩定狀態，給定數列，共有個元素，其中為一個隨機整數，且界於與之間。

該演算法的時間複雜度為，使用越大的與越大的以及，預測出來的越接近穩定狀態，預設。

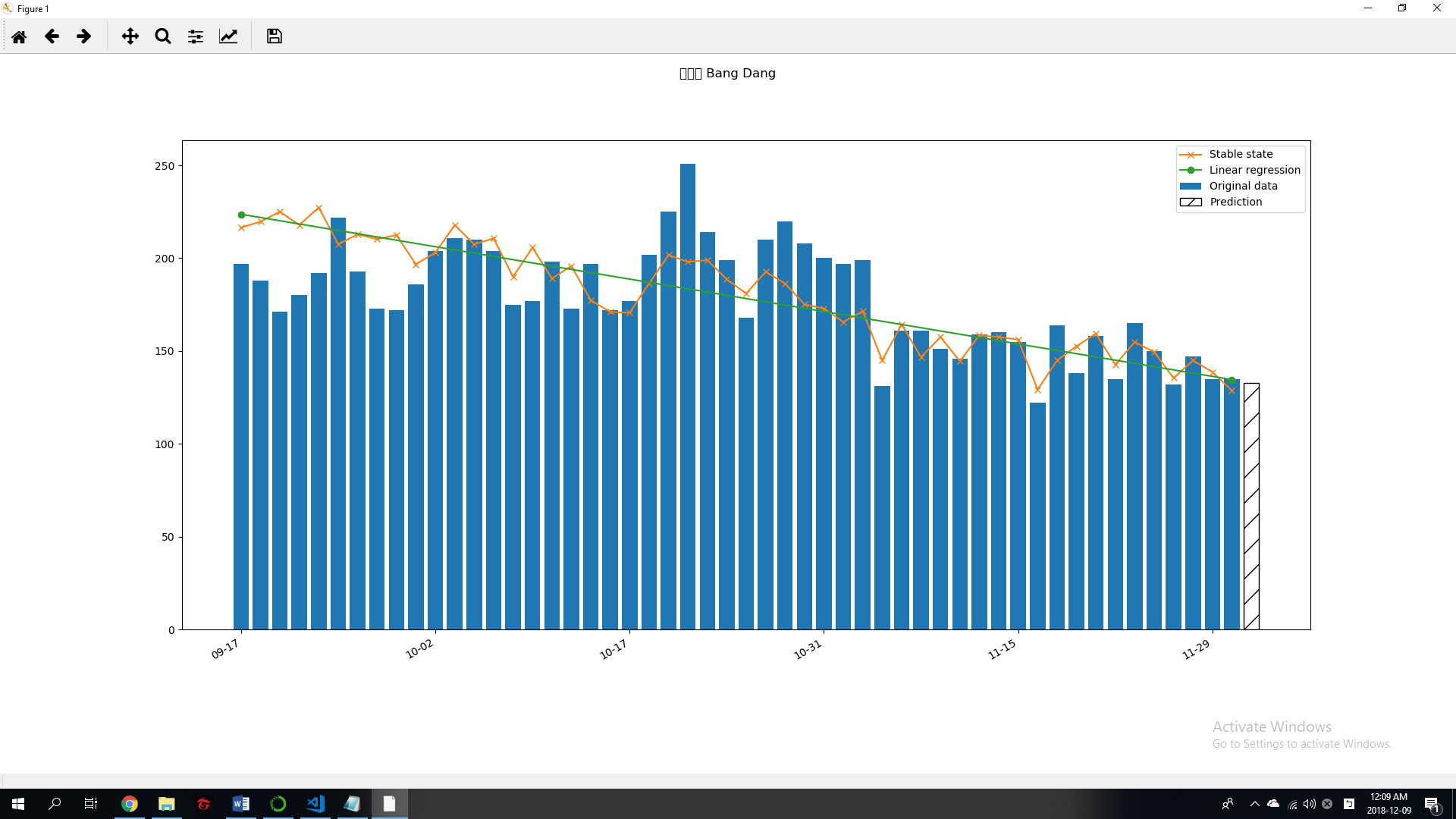
#### 4. 線性回歸

對於穩定狀態，代表原先餐佔所有餐的比例，我們無法得到一個確切數字，所以需要線性回歸來預測會有幾份餐，其中線性回歸的模型如下。

以日期做為，總點餐數做為 ，即可求得。先以要預測的日期作為，模型能夠給出相對應的，也就是當天估計會有多少人點餐，再以穩定狀態分配該類別相對應的比例。

#### 5. 模型應用

本模型適合協助廠商預測明天應該要準備多少餐，避免製作過多餐點，造成浪費，前文提及的使用*Regex*分類各種餐點，其分類依據為製作餐點所需的食材，每一種分類所需要的食材都大同小異。

 下圖為使用本模型對便當類的預測結果，模型顯示明天約略會有一百五十份的便當。

我們可以見到穩定狀態與實際資料相去不遠，線性回歸預測值也都在實際資料附近，代表本模型有參考價值。

#### 6. 信心水準

以下是模型預測的信賴區間、信心水平對照表。

|  |  |
| --- | --- |
| 信賴區間 | 信心水平 |
| [+10,-10] |  |
| [+20,-20] |  |
| [+30,-30] |  |

### (二)、數量模型

數量模型旨在於改進線性回歸的預測誤差，數量模型不容易受到

#### 1. logistic模型

該模型最主要的函數為sigmoid函數，如下。

將輸入先經過線性變換，再交給sigmoid進行輸出，定義為線性變換用的向量，為輸入的向量。

一組訓練用的資料為輸入值以及輸出值，為一個布林值，只會是1或是0，我們可以寫出損失函數如下。

可以得知損失函數越大，該模型精確度就愈高。

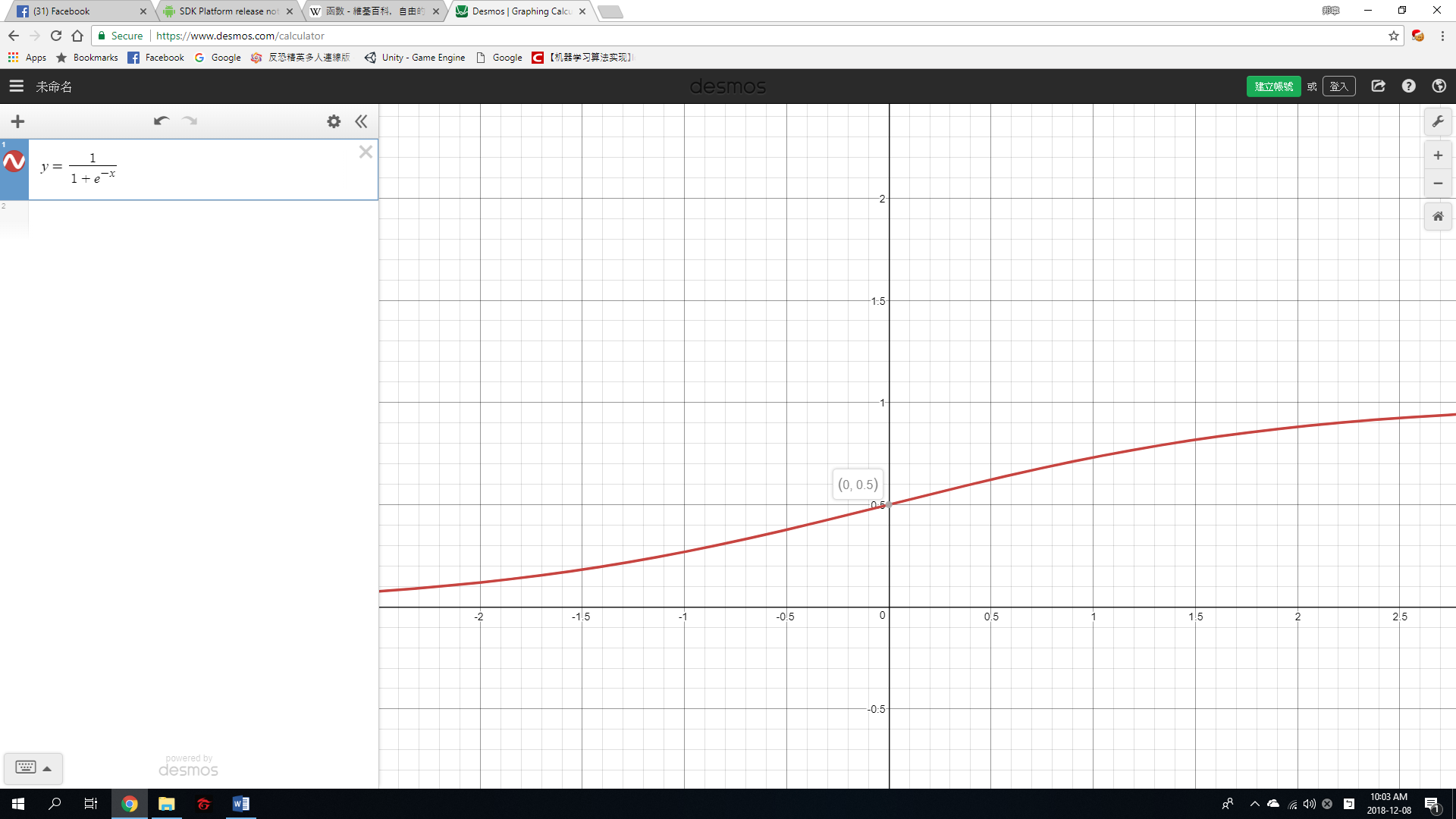
我們無法找出一個使得損失函數最大化，但是可以使用最大似然估計來估測，為偏差倍率，偏差倍率越大，模型訓練越快，卻越容易錯過最佳解；偏差倍率越小，模型訓練越慢，卻越容易找到最佳解。

下式為迭代方程式，為對的偏導函數。

當趨近零時。

經過大量迭代之後，我們可以得到向量。

對於輸入值，線性變換後的結果必為零，sigmoid的輸出值必為0.5，如下圖。



這樣的模型很明顯不是我們想要的，所以我們需要一個常數來修正模型，其中為一個常數，將模型修正如下。

我們使用下列方法來求出，其中為線性變換參數。

使用最大似然估計來估測，再將還原成與。

我們可以獲得較為精確的logistic模型，模型的訓練時間複雜度為，模型預測一組資料的時間為，其中為迭代次數，為輸入的向量大小，為訓練資料數量。

#### 2. 決策模型

決策模型只能預測特定一個人，模型會根據他之前的點餐行為，預測他今天是否會選擇點餐，以下是模型的輸入輸出圖，我們可以直接以點餐序列作為模型輸入。

今天有多少機率會點餐

……..

本模型具有一定的規律鑑別能力，像是很多人是禮拜二家裡會準備便當，所以就不會訂購學校的便當，模型能夠偵測出這個人禮拜二通常都不會點餐，宏觀模型沒辦法達到這一點。

以下是一個三循環的測試資料，我們將這組資料交給決策模型進行訓練。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 日期 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 是否點餐 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

以下是決策模型的訓練成果。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | *Loss* |
| *N=2* |  |  | *-* | *-* | *-* |  |
| *N=3* |  |  |  | *-* | *-* |  |
| *N=4* |  |  |  |  | *-* |  |

負相關代表「該值愈大，輸出值越接近零」，正相關代表「該值愈大，輸出值越接近一」，不相關代表該輸入與輸出幾乎無關聯性，*Loss*為損失函數值。

我們可以得知，取太小的N容易無法判斷模式，取太大的N容易缺乏訓練資料，模型預設，因為一個禮拜有七天，大多數的規律都是七天一個循環。

#### 模型應用

我們將

# 伍、目前研究結果

## 一、使用感想

## 二、預測模型

使用宏觀預測模型，廠商可以得知明天的應該準備多少餐

# 陸、參考資料及其他

板橋高中資訊培訓講義

StackOverflow

<https://blog.csdn.net/SzM21C11U68n04vdcLmJ/article/details/78221784>

午餐系統網址: <http://dinnersystem.ddns.net>