

「等公車」為什麼不管什麼時候
都比平均時間還長？



研究動機

研究問題&工作進度表

彙整相關文獻

資料分析

研究結果與討論

評鑑與檢討

研究動機

每當我要搭公車去補習班時
每次等公車時都覺得等待的時間
總是特別久
於是就引發了我的好奇心。

研究問題

1. 真實紀錄或是模擬建構公車到站時間作為試驗對照。
2. 如何隨機抽取「人到站時間」？
3. 如何分析試驗結果支持研究的假設？
4. 如何找到更好的分析方法去驗證支持研究的假設？

工作進度

9 月份

第1週	第2週	第3週	第4週
了解獨立研究	分組討論	參加知能講座	訂定研究主題

10 月份

第1週	第2週	第3週	第4週
擬定研究計畫		蒐集參考文獻	

11 月份

第1週	第2週	第3週	第4週
試驗與研究分析		整理試驗結果	

12 月份

第1週	第2週	第3週	第4週
研究報告撰寫			

彙整相關文獻

1. 會出現這種感覺並不是錯覺，是因為公車到站的間隔時間本就有長有短，而長的等待時間在一個時段區間內占有的時間比較多，所以更可能會落入較長的等待區間。

1. 【畢導】看了這個視頻，你會釋懷你倒霉的一生#檢查悖論#科普#冷知識

https://www.youtube.com/watch?v=wS54Gsq_4sE

2.行銷資料科學：公車為何老是誤點?檢查悖論（Inspection paradox）

<https://medium.com/marketingdatascience/%E5%85%AC%E8%BB%8A%E7%82%BA%E4%BD%95%E8%80%81%E6%98%AF%E8%AA%A4%E9%BB%9E-%E6%AA%A2%E6%9F%A5%E6%82%96%E8%AB%96-inspection-paradox-3fe4c2e00224>

彙整相關文獻

2. 隨機抽取的方法：

線上公開電腦程式－隨機亂數產生器

為什麼等公車的時間通常會比預期的還久？關於「檢查悖論」
<https://vocus.cc/article/66b78669fd89780001bc3cc4>

3. 「加權平均數」、「平均報酬」、「數學期望值」等知識概念。

均一教育平台：高中一年級數學第二冊-第六章排列組合與機率-數學期望值
<https://www.junyiacademy.org/course-compare/math-high/math-10/j-m10a/j-m10a-c06/j-m10a-c06-3/v/dq6ywmTKJTU>

資料分析

1. 參考文獻：

根據先前的資料，可知當等待時間有長有短時，更可能會落入更長時間的等待間隔。

2. 研究假設：

若依照日常公車可能有長有短的到站時間，可能會等待的比每班公車都準時到站的狀況還要久。

資料分析

3. 實驗設計：

參考都市公車到站時間(平均10分鐘一班車的路線)

建構模擬 I：

某日上午十點至十一點共有6班，平均應該等待10分鐘

第1班	第2班	第3班	第4班	第5班	第6班
10:08	10:21	10:34	10:43	10:54	11:02

資料分析

3. 隨機抽取人到站等公車時間：

- 使用隨機亂數產生器(連結<https://tw.piliapp.com/random/number/>)
- 抽取十個隨機的時分
- 試驗使用的公車表中離第一班車最近的整點時分→最後一班車的到站時分做為到站的假設時分
- 並看有哪些會超過平均需等待的 5 分鐘(若等於到站時分則設為沒搭上，視為下一班)。
- 平均等待時分計算方式為:假設每班公車皆準時到達公車站，則知平均需等待5分鐘($60 \div 6 = 10$ ，則正常需等待的平均時分為 $(0 + 10) \div 2 = 5$ 分鐘)。

資料分析

建模 I – 第1組

抽取人的到站時間	10:23	10:48	10:24	10:44	10:18	10:15	10:25	10:41	10:30	10:12
以最近的一班計算的等待時間(分)	11	6	10	10	3	6	9	2	4	9
是否大於平均等待時間(5分鐘)	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>	否	<u>是</u>	<u>是</u>	否	否	<u>是</u>

統計

[超過平均等待的時間次數：未超過平均等待時間次數]是7:3

結果「支持」研究假設：

當等待時間有長有短時，更可能會落入更長時間的等待間隔

資料分析

建模 I - 第2組

抽取人的到站時間	10:43	10:57	10:27	10:24	10:47	10:07	10:17	10:22	10:09	10:49
以最近的一班計算的等待時間(分)	11	5	7	10	7	1	4	12	12	5
是否大於平均等待時間(5分鐘)	<u>是</u>	否	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>	否	否	<u>是</u>	<u>是</u>	否

統計

[超過平均等待的時間次數：未超過平均等待時間次數]是6:4

結果「支持」研究假設：

當等待時間有長有短時，更可能會落入更長時間的等待間隔

資料分析

建模 I – 第3組

抽取人的到站時間	10:02	10:39	10:28	10:40	10:02	10:08	10:37	10:33	10:14	10:16
以最近的一班計算的等待時間(分)	6	4	6	3	6	13	6	1	7	5
是否大於平均等待時間(5分鐘)	<u>是</u>	否	<u>是</u>	否	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>	否	<u>是</u>	否

統計

[超過平均等待的時間次數：未超過平均等待時間次數]是6:4

結果「支持」研究假設：

當等待時間有長有短時，更可能會落入更長時間的等待間隔

資料分析

建模 I - 共10組

試驗次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次
試驗結果 (超過：未超過)	7:3	6:4	6:4	5:5	4:6	7:3	3:7	5:5	7:3	6:4
是否支持假設	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>	否	否	<u>是</u>	否	否	<u>是</u>	<u>是</u>

十組試驗(每組10次共計100次)

統計有60%的試驗結果「支持」研究假設：

當等待時間有長有短時，更可能會落入更長時間的等待間隔

資料分析

3. 實驗設計：

參考都市公車到站時間(平均6分鐘一班車的路線)

建構模擬Ⅱ：

某日上午八點至九點共有10班，平均應該等待6分鐘

第 1 班	第 2 班	第 3 班	第 4 班	第 5 班	第 6 班	第 7 班	第 8 班	第 9 班	第 10 班
8:00	8:08	8:11	8:26	8:31	8:38	8:40	8:46	8:53	9:00

資料分析

3. 隨機抽取人到站等公車時間：

- 使用隨機亂數產生器(連結<https://tw.piliapp.com/random/number/>)
- 抽取十個隨機的時分
- 試驗使用的公車表中離第一班車最近的整點時間→最後一班車的到站時間做為到站的假設時間
- 並看有哪些會超過平均需等待的 3 分鐘(若等於到站時間則設為沒搭上，視為下一班)。
- 平均等待時間計算方式為:假設每班公車皆準時到達公車站，則知平均需等待3分鐘($60 \div 10 = 6$ ，則正常需等待的平均時間為 $(0+6) \div 2 = 3$ 分鐘)。

資料分析

建模 II - 第1組

抽取人的到站時間	08:30	08:34	08:58	08:06	08:18	08:07	08:19	08:42	08:27	08:01
以最近的一班計算的等待時間(分)	1	4	2	2	8	4	7	4	4	7
是否大於平均等待時間(3分鐘)	否	<u>是</u>	否	否	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>

統計

[超過平均等待的時間次數：未超過平均等待時間次數]是7:3

結果「支持」研究假設：

當等待時間有長有短時，更可能會落入更長時間的等待間隔

抽取人的到站時間	08:21	08:30	08:11	08:38	08:29	08:25	08:46	08:03	08:10	08:45
以最近的一班計算的等待時間(分)	5	1	15	2	3	1	7	5	1	1
是否大於平均等待時間(3分鐘)	是	否	是	否	否	否	是	是	否	否

統計

[超過平均等待的時間次數：未超過平均等待時間次數]是4:6

結果「不支持」研究假設：

當等待時間有長有短時，更可能會落入更長時間的等待間隔

資料分析

建模 II - 第3組

抽取人的到站時間	08:52	08:44	08:47	08:38	08:34	08:21	08:57	08:32	08:19	08:23
以最近的一班計算的等待時間(分)	1	4	6	2	4	5	6	6	8	3
是否大於平均等待時間(3分鐘)	否	<u>是</u>	<u>是</u>	否	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>	否

統計

[超過平均等待的時間次數：未超過平均等待時間次數]是7:3

結果「支持」研究假設：

當等待時間有長有短時，更可能會落入更長時間的等待間隔

資料分析

建模 II - 共10組

試驗次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次
試驗結果 (超過：未超過)	7:3	4:6	7:3	2:8	6:4	5:5	8:2	6:4	8:2	5:5
是否支持假設	<u>是</u>	否	<u>是</u>	否	<u>是</u>	否	<u>是</u>	<u>是</u>	<u>是</u>	否

十組試驗(每組10次共計100次)

統計有60%的試驗結果「支持」研究假設：

當等待時間有長有短時，更可能會落入更長時間的等待間隔

研究結果與討論

日常中並不可能有準點的公車，可能會因為實際交通路況、乘客上下車時間、駕駛司機個人心理狀態等不同因素，到站時間不一定會剛好。因為公車到站的間隔時間不會一致，有的超過平均間隔時間，有的少於平均間隔時間，而長的等待時間占有的時間比較多，所以更可能會落入較長的等待區間。

研究結果與討論

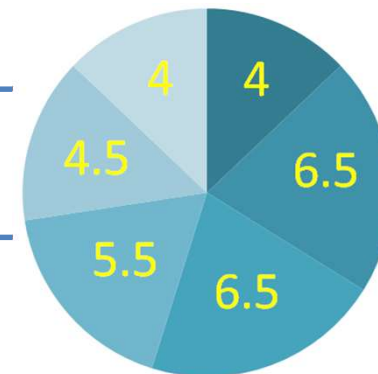
兩組建構模擬公車到站時間的對照組，分別進行十組試驗(每組10次，共計100次)

統計結果均為60%顯示等待時間大於平均候車時間的比例高於等待時間小於平均候車時間，如此可以驗證本研究的假設是有達到六成以上的正確性。

研究結果與討論

這樣的試驗結果，是否可以充分說明經過數次的試驗結果就可以確定「等待公車時間會比平均時間長」此研究假設的命題？是否可以透過更科學的方法來做確認，於是我們導入加權平均數的概念來作驗證。了解加權平均數的過程，後來進一步了解平均報酬與數學期望值的概念，透過期望值的計算來進行驗證。

研究結果與討論



驗證建模 I：

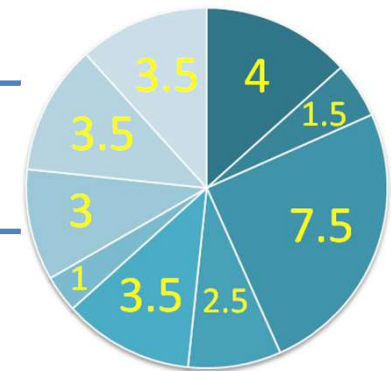
平均候車時間	4	6.5	6.5	5.5	4.5	4
公車到站的 間隔時間	8	13	13	11	9	8

期望值(平均候車時間)

$$\frac{4 \times 8 + 6.5 \times 13 + 6.5 \times 13 + 5.5 \times 11 + 4.5 \times 9 + 4 \times 8}{8 + 13 + 13 + 11 + 9 + 8} = 5.39 > 5$$

驗證結果：「等待公車時間會比平均時間長」

研究結果與討論



驗證建模 II：

平均候車時間	4	1.5	7.5	2.5	3.5	1	3	3.5	3.5
公車到站的 間隔時間	8	3	15	5	7	2	6	7	7

期望值(平均候車時間)

$$\frac{4 \times 8 + 1.5 \times 3 + 7.5 \times 15 + 3.5 \times 7 + 1 \times 2 + 3 \times 6 + 3.5 \times 7 + 3.5 \times 7}{8 + 3 + 15 + 5 + 7 + 2 + 6 + 7 + 7} = 4.25 > 3$$

驗證結果：「等待公車時間會比平均時間長」

經過本次的實驗讓我們發現其實日常中的小事也都具有學問，而研究出來後就能更理解它的運作方式。

就像研究完本實驗後，我也不再覺得我每次很不走運，總是等很久公車，而是知道這本就是會有較高機率發生的。

評鑑與檢討

一開始試驗的方法是用隨機亂數產生器隨機抽取人到站等車的時間與平均候車時間作比較，進行簡單紀錄，用比例的方式來呈現，可以很清楚看出試驗的結果。

後來再進一步討論思考試驗的完整性與準確性，隨機抽取可能會因為抽取的結果或是抽取的次數而影響試驗的結果，因此，本研究再透過數学期望值的計算來進一步驗證，可以更準確判定本研究的假設是成立的。

檢討本次試驗的過程所欠缺思考的部分：

1. 試驗方法：

本次試驗所使用的隨機亂數產生器，沒有去深入瞭解其設計的理論，無法確定「隨機亂數產生器」的設計原理，也無法去判斷其隨機的公正性。

檢討本次試驗的過程所欠缺思考的部分：

2.建構公車到站時間之對照組：

沒有真實去記錄某日某線公車實際到站的時間，而是自行模擬假設建立，缺乏與真實情境作結合。

檢討本次試驗的過程所欠缺思考的部分：

3.研究結果：

一開始採用隨機亂數產生器隨機抽取人到站等車的時間與平均候車時間作比較來進行紀錄，方法是否過於簡單？試驗出來的統計結果為60%支持研究假設的成立，但是60%應該稱不上高比率。

檢討本次試驗的過程所欠缺思考的部分：

4.研究延伸建議：

本次研究在試驗過程當中，花太多時間摸索試驗的方法，沒有更加深入去研究與探討「檢查悖論」，可以做為日後研究的主題功課。

簡報結束 & 敬請指導