

# 02

## 搜尋與排序





# 2-1 搜尋



# 一、搜尋簡介

- 搜尋 ( Search ) 是指在一群資料中尋找合乎某些特定條件的資料。
- 在日常生活中，「搜尋資料」是常有的經驗，例如：在學校的學生名單中，找出特定姓名的學生資料。





# 一、搜尋簡介

- 舉例來說，尋找陣列中的最大值或最小值，是日常生活中經常會遇到的問題。如果陣列內容已經依照大小順序排好，第一筆或最後一筆肯定就是最大值或最小值；但如果是沒有排序過的陣列，那該怎麼辦？



【資訊學科中心】搜尋



# 一、搜尋簡介

- 如果要從沿路的若干顆珍珠找出一顆最大的珍珠。
- 首先將眼前看到的第一顆珍珠A 放入袋中，接著從之後遇到的第二顆珍珠B開始逐一檢查比較。



# 一、搜尋簡介

- 如果正在檢查的B 比袋中的A 還大，則將B撿起放入袋中，置換取代原先袋中的A。





# 一、搜尋簡介

- 反之，則仍繼續以袋中的珍珠A比較沿路逐一遇到的每一顆珍珠C、D……。







# 想想看



- 如果要比較的兩顆珍珠恰巧大小相近，不容易經由目測方式獲得比較結果，還有什麼方法可以增加或協助比較的步驟？為什麼？





# 想想看



## ❖ 答案

- 例如：測量珍珠直徑或比秤重量…。也可鼓勵同學多腦力激盪，討論評估，提供合理適宜方法。



# 課堂活動 - 海戰棋



## ❖ 活動準備

- 兩人一組，每人手上各有一張「我方艦隊」與「敵方艦隊」的射擊列表，其中「我方艦隊」的每艘船皆有編號數字及英文代碼（A~N），其中編號數字可任意設定（每艘皆不同，且不讓對方看到）



# 課堂活動 - 海戰棋



## ❖ 活動準備

我方艦隊

A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	N

敵方艦隊

A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	N



# 課堂活動 - 海戰棋



## ❖ 活動步驟

- 兩個人先各自決定指揮旗艦，然後告訴對方自己旗艦的編號數字。

我方艦隊

A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	N

敵方艦隊

A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	N



# 課堂活動 - 海戰棋



## ❖ 活動步驟

- 兩人開始輪流猜測對方的指揮旗艦是哪一艘。猜的人唸英文代碼，而另一方則回答自己艦隊該英文代碼代表的船艦編號數字是多少。
- 重複以上的步驟，直到雙方都猜中對方的旗艦為止。而花了幾次才猜中，就是在這場海戰中的得分；多玩幾次，總得分愈少的人就勝利。





# 課堂活動 - 海戰棋



## ❖ 活動討論

- 1. 船上的編號數字排列方式能幫助自己猜測嗎？
- 2. 如果再增加記錄猜測過的對方旗艦英文代碼，能幫助自己猜測嗎？
- 3. 要猜中對方旗艦的位置最少要猜幾次？最多又要猜幾次？為什麼？



# 課堂活動 - 海戰棋



## ❖ 活動討論-答案

- 1.沒有幫助。
- 2.可以。
- 3.最少1次(恰巧第一個就猜中)，最多14次(全部猜完一輪，最後一個才猜中)。





# 一、搜尋簡介

- 我們可以觀察到每艘船的編號並沒有依照數值順序，所以如果我們要找出對方的指揮旗艦，似乎只好隨便亂猜一個位置的英文代碼，並且記下已猜測過的位置，避免重複。
- 這時候如果選定從A開始，再逐次依序由B猜測到N，這樣就會是比隨機選取更有效率的猜測方式。這種簡單又直覺的猜測方式，就是循序搜尋法的概念！





## 二、常見的搜尋演算法

### ❖ 循序搜尋法

- 循序搜尋法（ Sequential Search ）又稱為線性搜尋法（ Linear Search ），是一種很容易理解，但搜尋效率比較差的方法。
- 「循序搜尋法」搜尋資料時，會由前往後（或由後往前）依序逐一比對各資料項，直到「找到想要搜尋的資料項」或「全部資料項都比對完畢，但確定沒找到」為止。



## 二、常見的搜尋演算法



### ❖ 循序搜尋法

- 前面海戰棋的遊戲過程中，可以透過循序搜尋的方法，逐一尋找，直至找到資料為止。
- 明顯會比隨意亂猜一個英文代碼，可能又因為疏忽或不知道可以記下已猜測過的位置而重複浪費次數的方式更有效率。



# 循序搜尋法



延伸閱讀

- 上述的「海戰棋」遊戲模式，看來有些熟悉，有些類似「連線賓果」遊戲。
- 如果可以協議船艦編號的數值依大小順序排列，就可以間接由對答過程中自行推測獲知「過大或過小」的參考訊息以供修正，當然能協助提高命中率，增加遊戲趣味度。



## 二、常見的搜尋演算法

### ❖ 循序搜尋法 - 實作方式

- 有一資料列，內容分別為 2、5、7、4、9、3、1、8（共八項）。



## 二、常見的搜尋演算法

### ❖ 循序搜尋法 - 實作方式

- 若要尋找資料「7」：由前往後逐一比對，找到第三項就完成了。



索引編號

1

2

3

4

5

6

7

8

數列內容

2

5

7

4

9

3

1

8



## 二、常見的搜尋演算法

### ❖ 循序搜尋法 - 實作方式

- 若要尋找資料「3」：由前往後逐一比對，要找到第六項才完成。



索引編號

1

2

3

4

5

6

7

8

數列內容

2

5

7

4

9

3

1

8





## 二、常見的搜尋演算法

### ❖ 循序搜尋法 - 實作方式

- 若要尋找資料「6」：全部八項資料都比對完畢，最後沒有找到才結束。

索引編號

1

2

3

4

5

6

7

8



數列內容

2

5

7

4

9

3

1

8





# 循序搜尋法



## ❖ 實作演練

- 上例中，如果欲搜尋值分別為「2」與「0」，試著寫下搜尋過程。觀察兩者結果會有甚麼差異？搜尋次數又分別是多少次？

數列搜尋「2」：

2

5

7

4

9

3

1

8



# 循序搜尋法



## ❖ 實作演練-答案

- 由前往後逐一比對，第1項就找到，完成。



# 循序搜尋法



## ❖ 實作演練

- 上例中，如果欲搜尋值分別為「2」與「0」，試著寫下搜尋過程。觀察兩者結果會有甚麼差異？搜尋次數又分別是多少次？

數列搜尋「0」：

2

5

7

4

9

3

1

8





# 循序搜尋法



## ❖ 實作演練-答案

- 由前往後逐一比對，全部八項資料都比對完畢，最後沒有找到，結束。



# 循序搜尋法



## ❖ 進階練習

- 下面是星星相印電影院在本周的每日售票情形，我們的任務是使用循序搜尋法，找出本周最大的售票數量是多少？是在星期幾？

星期	日	一	二	三	四	五	六
售票數	862	267	341	693	473	941	1204



# 循序搜尋法



## ❖ 進階練習

問題	我的想法
輸入資料有什麼？	每日售票數量 ( 862 , 267 , 341 , ... , 1204 )。
中間處理步驟程序？	循序搜尋法。
輸出結果會是什麼？	單日最大數值 ( 星期六 , 1204 )。





# 循序搜尋法



## ❖ 進階練習

- 有了想法後，試著用流程圖符號，畫出解題流程。



# 循序搜尋法



## ❖ 進階練習

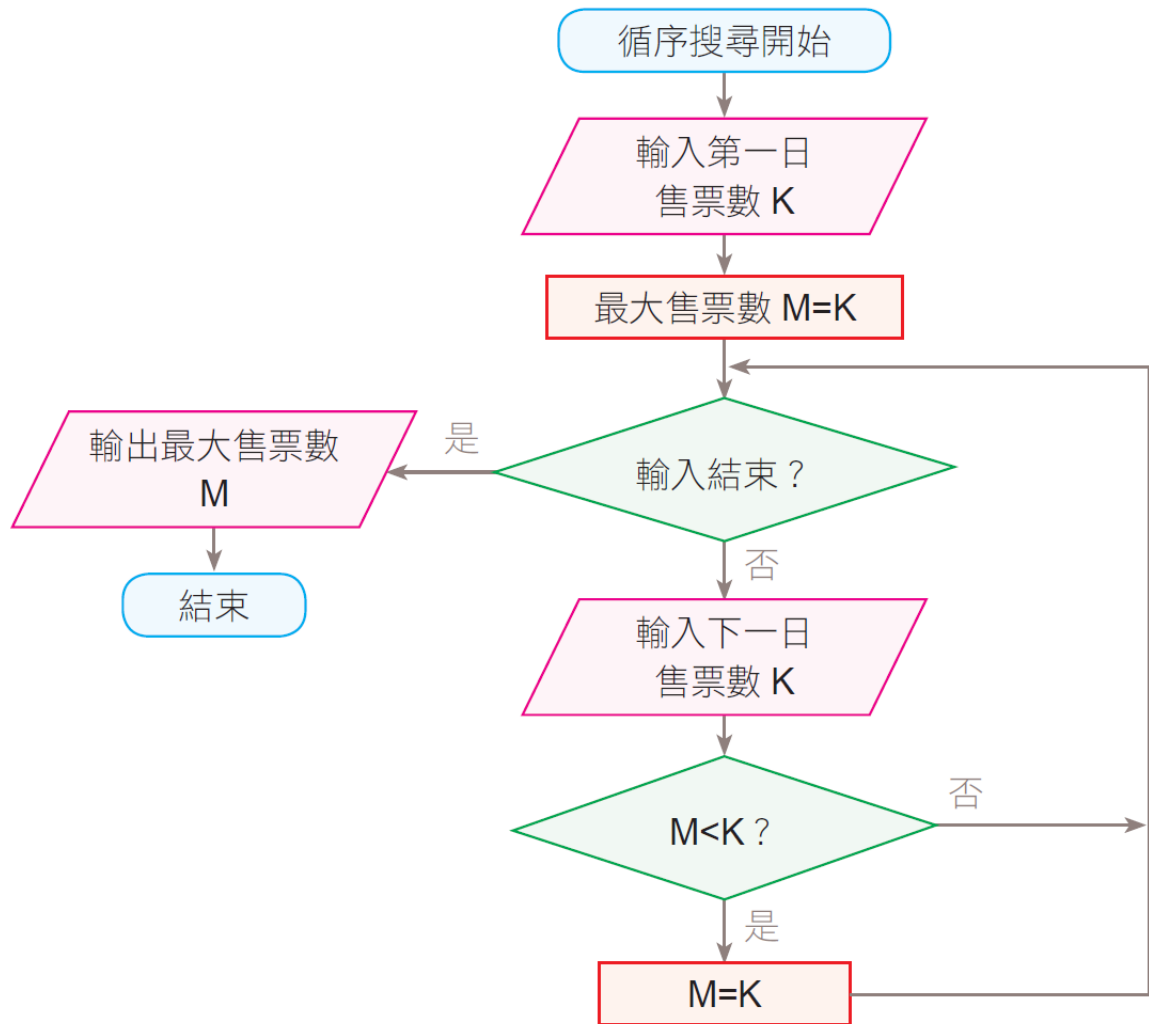
- 有了想法後，試著用流程圖符號，畫出解題流程。



# 循序搜尋法



## ❖ 進階練習





## 二、常見的搜尋演算法



### ❖ 二分搜尋法

- 適用於已經依照大小順序排列的資料列，如果有一串由小而大順序排列的數列，就可以先將資料列分割成兩等份，再比較欲搜尋資料與中間項的大小關係，規則如下：



## 二、常見的搜尋演算法

### ❖ 二分搜尋法

- 若欲搜尋之資料恰等於中間項：中間項即為欲搜尋資料，搜尋結束。
- 若欲搜尋之資料小於中間項：要找的資料應該在前半段，繼續往前半段搜尋。
- 若欲搜尋之資料大於中間項：要找的資料應該在後半段，繼續往後半段搜尋。
- 依此類推，如此分割數次直到找到欲搜尋資料或確定欲搜尋資料不存在為止。



# 二分搜尋法



延伸閱讀

- 資料列（ 假設順序已經由小而大排列 ）
- 共有 $n$ 項
- 搜尋範圍區域內的首項為第 $L$ 項，末項為第 $R$ 項， $L < R$
- 中間項為第 $M$ 項
- $M$ 的求法： $M = (L + R) / 2$ （ 取整數部分 ）



# 二分搜尋法



延伸閱讀

- 搜尋步驟如下：
  - 1.一開始的搜尋區域是資料列全部，因此首項 $L=1$ ，末項 $R=n$ 。
  - 2.如果 $L>R$ ，表示資料列已經全部找過但沒找到，則搜尋結束。否則 $M=(L+R)/2$ ，繼續搜尋比較。





## 二分搜尋法



延伸閱讀

- 3.(1)如果欲搜尋資料 = 中間項 $M$ 的內容值，  
表示順利找到，則搜尋完成。
- (2)如果欲搜尋資料  $>$  中間項 $M$ 的內容值，  
則繼續往後半部分重新搜尋，  
此時新首項 $L = M + 1$ ，回到步驟2。
- (3)如果欲搜尋資料  $<$  中間項 $M$ 的內容值，  
則繼續往前半部分重新搜尋，  
此時新末項 $R = M - 1$ ，回到步驟2。

「 $L + R$ 」如為偶數， $M$ 恰為整數。

「 $L + R$ 」如為奇數， $M$ 取整數部分，小數部分不計。





## 二、常見的搜尋演算法



### ❖ 二分搜尋法 - 實作方式

- 有一串已經依照由小而大順序排列的資料陣列A，內容為2、3、5、8、9、11、13、16、18，而所要搜尋值為「11」的過程如下：



## 二、常見的搜尋演算法

### ❖ 二分搜尋法 - 實作方式(1)

- 首先跟第五項 (  $L=1$  、  $R=9$  、  $M=(1+9)/2 = 5$  ) 數值「9」比較：



索引編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
數列內容	2	3	5	8	9	11	13	16	18



## 二、常見的搜尋演算法

### ❖ 二分搜尋法 - 實作方式(2)

- 因為  $11 > A[5]$ ，所以再和後半部 ( $L=5+1=6$ 、 $R=9$ ) 的中間項 (第七項： $M=(6+9)/2=7.5 \rightarrow 7$ ) 數值「13」比較：



索引編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
數列內容	不處理					11	13	16	18



## 二、常見的搜尋演算法

### ❖ 二分搜尋法 - 實作方式(3)

- 因為  $11 < A[7]$ ，所以再和原後半部的前半部  
(  $L=6$ 、 $R=7-1=6$  ) 中間項 ( 第六項：  
 $M=(6+6)/2=6$  ) 數值「11」比較：



索引編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
數列內容	不處理					11	不處理		



## 二、常見的搜尋演算法

### ❖ 二分搜尋法 - 實作方式(4)

- 因為  $11 = A[6]$ ，表示搜尋完成，如果不相等則表示找不到，搜尋結束。



# 二分搜尋法



## ❖ 實作演練

- 上例中，如果欲搜尋值分別為5 與12，請試著採用二分搜尋法並紀錄搜尋過程。

數列搜尋「5」:

2

3

5

8

9

11

13

16

18



# 二分搜尋法



## ❖ 實作演練-答案

### ■ 第一次：

$$L=1, R=9, M=(1+9)/2=5$$

首先跟A[5](數值「9」)比較，因為  $5 < 9$ ，所以需再往前半部比較。

### ■ 第二次：

$$L=1, R=5, M=(1+5)/2=3$$

接著跟A[3](數值「5」)比較，因為  $5 = 5$ ，所以表示搜尋完成。





# 二分搜尋法



## ❖ 實作演練

- 上例中，如果欲搜尋值分別為5 與12，請試著採用二分搜尋法並紀錄搜尋過程。

數列搜尋「12」:

2

3

5

8

9

11

13

16

18



# 二分搜尋法



## ❖ 實作演練-答案

### ■ 第一次：

$$L=1, R=9, M=(1+9)/2=5$$

首先跟A[5](數值「9」)比較，因為  $12 > 9$ ，所以需再往後半部比較。

### ■ 第二次：

$$L=5, R=9, M=(5+9)/2=7$$

接著跟A[7](數值「13」)比較，因為  $12 < 13$ ，所以需再往剩餘部分的前半部比較。



# 二分搜尋法



## ❖ 實作演練-答案

### ■ 第三次：

$$L=5, R=7, M=(5+7)/2=6$$

接著跟A[6](數值「11」)比較，因為  $12 \neq 11$ ，表示找不到，搜尋結束。



# 想想看



- 隨機挑選若干張相同花色的撲克牌，由學生（可分組進行）先由小到大排序，再使用二分搜尋法找出指定的牌，同時記錄搜尋次數並觀察操作過程。請同學互相討論並發表分享。



# 課堂活動 - 海戰棋進階版



## ❖ 活動準備

- 兩人一組，每人手上各有一張「我方艦隊」與「敵方艦隊」射擊列表，其中「我方艦隊」的每艘船皆有編號數字及英文代碼（A ~ N），且限定編號從小到大排序（每艘皆不同，且不讓對方看到）



# 課堂活動 - 海戰棋進階版



## ❖ 活動準備

我方艦隊

A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	N

敵方艦隊

A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	N



# 課堂活動 - 海戰棋進階版



## ❖ 活動步驟

- 兩個人先各自決定指揮旗艦，然後告訴對方自己旗艦的編號數字。

我方艦隊

A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	N

敵方艦隊

A	B	C	D	E	F	G
H	I	J	K	L	M	N



# 課堂活動 - 海戰棋進階版



## ❖ 活動步驟

- 兩人開始輪流猜測對方的指揮旗艦是哪一艘。猜的人唸英文代碼，而另一方則回答自己艦隊該英文代碼代表的船艦編號數字是多少。
- 重複杻的步驟，直到雙方都猜中對方的旗艦為止。而花了幾次才猜中，就是在這場海戰中的得分，多玩幾次，總得分愈少的人就勝利。







# 課堂活動 - 海戰棋進階版



## ❖ 活動討論

- 1. 船上的編號數字排列方式能幫助自己猜測嗎？如果再增加記錄猜測過的對方旗艦英文代碼呢？
- 2. 得分較低的同學（猜較少次），所使用的策略是什麼呢？
- 3. 一開始應該要選哪一艘船？如何根據答案選下一艘呢？
- 4. 要猜中對方旗艦的位置最少要猜幾次？最多又要猜幾次？為什麼？





# 課堂活動 - 海戰棋進階版



## ❖ 活動討論

- 1.有幫助，可以。
- 2.應該是二分搜尋法。
- 3.第7艘(G)。若我方猜測數字 < 敵方回應數字，則往前半部比較，選第3艘(C)；若我方猜測數字 > 敵方回應數字，則往後半部比較，選第11艘(K)；依此類推。
- 4.最少1次(恰巧為第7艘(G))，最多4次(依二分搜尋法)。





# 課堂活動 - 海戰棋進階版



## ❖ 活動討論

- 註：第1次猜中者：G(共一個)。需2次猜中者：C或K(共二個)。需3次猜中者：B或E或I或M(共四個)。需4次猜中者：A或D或F或H或J或L或N(共七個)。
- 說明：二分搜尋演算法在正常平均情況下的複雜度是對數時間，會進行 $O(\log n)$ 次比較操作（ $n$ 是陣列的元素數量， $O$ 是大 $O$ 記號， $\log$ 是對數）。



## 三、搜尋法比較



### ❖ 循序搜尋法分析

- 優點是理解與學習容易，資料列在搜尋前不需要作任何的處理與排序
- 缺點為因為必須從資料列的第一項開始逐一搜尋比較，可能因此搜尋次數較多，造成搜尋速度較慢。
- 當資料量很大時，並不適合使用循序搜尋法；但如果預估所搜尋的資料在資料列前端，則可以減少搜尋的時間。



## 三、搜尋法比較



### ❖ 循序搜尋法分析

- 最好狀況是第一項資料就是欲搜尋的資料，一次就找到，只需1次比較
- 最差狀況是未找到資料或一直到最後一項資料才找到，共需作 $n$ 次比較
- 在平均狀況下，假設資料出現的機率相等，則需 $(n+1)/2$ 次比較。



## 三、搜尋法比較



### ❖ 循序搜尋法分析

#### ■ 以海戰棋為例

最好狀況是第一個就找到，只需1次比較；

最差狀況則是最後一個才找到，共需作14次比較。

平均狀況，約需7.5次比較。



# 三、搜尋法比較



## ❖ 二分搜尋法分析

- 適用於已經依照大小順序排列的資料列。
- 每次的搜尋區域會比前一次少大約一半的範圍，是非常有效率的搜尋法。所以當資料量很大時，非常適合使用二分搜尋法。



# 三、搜尋法比較



## ❖ 二分搜尋法分析

- 以海戰棋進階版為例

最好狀況是第一個就找到，只需1次比較；

最差狀況則是要搜尋四次才找到，共需作4次比較。

平均狀況，約需2.5次比較。