

活動 6

海戰棋－搜索演算法

活動摘要

電腦常需要在大量的資料集中尋找資訊，因此電腦必須為此發展出快速又有效的方法。這個活動將示範三種不同的搜尋方法：線性搜尋法、二元搜尋法以及雜湊法。

課程銜接

- 數學：數一探索數字：大於、小於、等於
- 數學：幾何－探索圖形與空間：座標
- 電腦：演算法

習得技能

- 邏輯推理

適合年齡

- 9 歲以上

所需素材

每個學生需要：

- 一份海戰棋遊戲
 - 遊戲 1 的 1A、1B
 - 遊戲 2 的 2A、2B
 - 遊戲 3 的 3A、3B
- 也許還會需要補充遊戲板，1A'、1B'、2A'、2B'、3A'、3B'。

海戰棋活動 — 暖身

活動介紹

1. 挑選約 15 名學生在教室前方站成一排。給每位學生一張號碼牌（隨機順序），不要把卡上的號碼給其他同學看。
2. 紿另一位學生一個裝有四、五顆糖果的罐子。他們的任務是要找到指定的數字是在誰的手上。他們可以「支付」一顆糖果來看特定的一張卡，如果他們用完所有糖果前找到正確的數字，就可以留下剩下的糖果。
3. 重覆以上步驟任意次。
4. 現在重新洗牌再重新發卡。這次，讓拿著卡的學生依卡片上的數字排成升冪排列。然後重複上面搜尋的步驟。

如果數字是排列好的，合理的策略是只「支付」一次糖果，讓站在中間的學生翻開他的卡片，這樣就可以消除一半學生拿著指定卡片的可能。通過重覆這個過程，學生們應該能夠只用三顆糖果就找到數字。效率的增加將會是顯而易見的。

活動進行

學生可以透過遊玩海戰棋來感受電腦進行搜尋的方法。當他們在玩遊戲時，可以讓他們思考搜尋戰艦的策略。

海戰棋 — 線性搜尋遊戲

閱讀以下說明給學生聽：

1. 分成兩人一組，你有一張紙（1A），另一個人也有一張紙（1B），不要給對方看到你的紙。
2. 兩個人都圈起上半部其中一艘戰艦，然後告訴你的同伴圈起來的數字。
3. 現在，兩人輪流猜測對方的戰艦在哪裡。（猜的人唸出代表位置的字母，而同伴則告訴你你猜的那艘船在那張紙上的數字是幾號。）
4. 你花了幾次猜測才中同伴的船在哪裡？這就是你在這場遊戲中的分數。

（1A' 與 1B' 在學生想繼續玩，或是有人「不小心」看到同伴紙張的內容時可以用。2A' 2B' 3A' 3B' 則是為了之後的遊戲。）

活動討論

1. 這些分數所代表的意義是什麼？
2. 分數最大值及最小值分別是多少？（答案分別為 1 及 26，前提是學生不會「打到」同一艘船兩次。這個方法稱為「線性搜尋」，因為它會一個接一個走訪所有的位置。）

海戰棋 — 二元搜尋遊戲

活動說明

這個版本的遊戲的指示和上一個遊戲相同。不過這次戰艦上的數字，是以升冪排列。在遊戲開始前請先告訴學生這一點。

1. 分成兩人一組，你有一張紙（2A），對方有一張紙（2B），不要給對方看到你的紙。
2. 兩個人都圈起上半部其中一艘戰艦，然後告訴你的同伴圈起來的數字。
3. 現在，兩人輪流猜測對方的戰艦在哪裡。（猜的人唸出代表位置的字母，而同伴則告訴你你猜的那艘船在那張紙上的數字是幾號。）
4. 你花了幾次猜測才中同伴的船在哪裡？這就是你在這場遊戲中的分數。

活動討論

1. 這些分數所代表的意義是什麼？
2. 得分較低（猜測次數較少）的同學們，所使用的策略為何？
3. 應該先選哪一艘船？（要先選在最中間，一半左右位置的船）下一艘呢？（一樣，在選擇的那一邊的最中間的那一艘船）
4. 如果用前面所說的策略，需要幾次才能找到目標船隻？（最多五次）

這個方法稱為二元搜尋，因為這個方法把問題切成兩半來解決。

海戰棋 -- 雜湊搜尋遊戲

活動說明

1. 跟前面一樣，每一個人拿一張紙，然後告訴你的同伴你所選的船的數字。
2. 不過在這個遊戲之中，你可以找到這艘船在哪一行（0 到 9）裡，只要簡單地把戰艦上的數字每一位數拆開，再一個個加起來，總和的最後一個數字就是戰艦所在的行。比方說。A 戰艦上的數字是 2345，那就把 2345 拆開再分別加起來 ($2+3+4+5$)，得到總和為 14。它的最後一位為 4，所以 A 戰艦一定位於第 4 行。當你知道在第幾行以後，你就需要猜測在那一行中的哪一艘戰艦是你要打的。這種方法稱為「雜湊」。
3. 現在運用這個新的搜尋方法玩這個遊戲，同一張紙可以玩好幾次，只要每次選擇不同的行即可。

(注意：不像其他的遊戲，紙張 3A' 和 3B' 需要成對，因為成對的紙張中，戰艦所在的行才會一樣。)

活動討論

1. 像之前一樣討論分數所代表的意義。
2. 哪些船會很快被找到？（在那一行中只有一艘的。）哪些船會比較難被找到？（某艘船所在的行中有很多其他船的。）
3. 三種搜尋法中，哪一個最快？為什麼？

三種不同的搜尋法，其個別優點是什麼？（第二種搜尋法比第一種快，但第一種搜尋法不需要照順序排列。第三種搜尋法通常來說會比其他兩種快，但也有可能會變得非常慢。在最糟的情況下，如果所有船都在同一行，那就會變得和第一種搜尋法一樣慢。）

延伸活動

1. 讓學生運用這三種搜尋法來創造屬於自己的遊戲。在第二種遊戲中，需要先把數字以升冪方式排列。另外讓他們思考一下，雜湊搜尋遊戲要怎麼設計才會變得非常難？（當所有船在同一行中時。）然後要怎麼樣設計才會變得很簡單？（讓每一行中船的數目相同。）
2. 如果要搜尋的船不在那裡，會發生什麼事？（在線性搜尋中，需要 26 次才能發現；在二元搜尋中，需要五次才能發現；而在雜湊系統中，要根據那一行中有多少船才能知道。）
3. 用二元搜尋策略，100 艘船需要搜尋多少次？（大約六次），一千艘船呢？（大約九次），一百萬艘船呢？（大約十九次）（注意一下，搜尋的次數並沒有因為戰艦數量而跟著大幅增加。每次戰艦數量加倍時，只需要多搜尋一次，因此它是與戰艦數量的對數成比例的。）

我方船艦 Ships		射擊次數 Shots Used	
A	B	C	D
E	F	G	H
I	J	K	L
M			
N	O	P	Q
R	S	T	U
V	W	X	Y
Z			

敵方船艦 Ships		射擊次數 Shots Used	
A	B	C	D
E	F	G	H
I	J	K	L
M			
N	O	P	Q
R	S	T	U
V	W	X	Y
Z			

1 A

我方船艦 Ships										射擊次數 of Shots Used:															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1630	9263	4127	405	4429	7113	3176	4015	7976	88	3465	1571	8625	2587	7187	5258	8020	1919	4414	3056	9118	717	7021	3076	3336	

敵方船艦 Ships										射擊次數 of Shots Used:										1B					
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	—H—	

我方船艦

射擊次數 of Shots Used:												
我方船艦												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
163	445	622	1410	1704	2169	2680	2713	2734	3972	4208	4871	5031
5283	5704	6025	6801	7440	7542	7956	8094	8672	9137	9224	9508	9663
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

敵方船艦

射擊次數												
敵方船艦												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

2B

我方船艦										射擊次數															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
33 183 730 911 1927 1943 2200 2215 3451 3519 4055 5548 5655	5785 5897 5905 6118 6296 6625 6771 6831 7151 7806 8077 9024 9328																								

敵方船艦										射擊次數															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
183 730 911 1927 1943 2200 2215 3451 3519 4055 5548 5655	5785 5897 5905 6118 6296 6625 6771 6831 7151 7806 8077 9024 9328																								

3 A

我方船艦		射擊次數								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A 9047	C 3100	E 5125	F 1480	H 8051	I 1481	J 7116	L 8944	R 9891	V 4392	
B 1829	D 9994	G 8112	K 6472	M 4712	N 6471	O 6000	P 7431	S 1989	W 1062	
									X 7106	
									Y 5842	
									Z 7057	

敵方船艦		射擊次數								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	E	H	I	L	M	N	R	S	Y	
B	F	K					T	U	Z	
C	G									
D										

3B

我方船艦		射擊次數									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	9308	E	6519	H	1524	L	9050	R	3121	V	2385
B	1478	F	2469	I	8112	M	1265	S	9503	W	5832
C	8417	G	5105	J	2000	N	5711	T	1114	X	1917
D	9434							U	7019		

敵方船艦		射擊次數										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A												
B												
C												
D												
E												
F												
G												
H												
I												
J												
K												
L												
M												
N												
O												
P												
Q												
R												
S												
T												
U												
V												
W												
X												
Y												
Z												

我方船艦										射擊次數															
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
6123	1519	9024	5164	2038	2142	7156	9974	9375	7104	1004	1023	5108	5123	5119	9024	5164	2038	2142	7156	9974	9375	7104	1004	1023	5108
1884	3541	5251	4840	3289	3654	2480	5602	8965	4053	2405	2304	1959	5123	5119	9024	5164	2038	2142	7156	9974	9375	7104	1004	1023	5108

敵方船艦										射擊次數															
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
5123	5119	9024	5164	2038	2142	7156	9974	9375	7104	1004	1023	5108	5123	5119	9024	5164	2038	2142	7156	9974	9375	7104	1004	1023	5108
5123	5119	9024	5164	2038	2142	7156	9974	9375	7104	1004	1023	5108	5123	5119	9024	5164	2038	2142	7156	9974	9375	7104	1004	1023	5108

1A'

我方船艦										射擊次數															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
2387	9003	3951	5695	1284	4761	7118	1196	1741	3791	3405	3132	6682													
9493	9864	7359	1250	7036	2916	7562	9299	8910	6713	5173	8617	4222													

敵方船艦										射擊次數															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

1B'

2A'

我方船艦												射擊次數													
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	28	326	943	1321	1896	2346	2430	2929	3106	3417	4128	4717	4915
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	5123	5615	6100	7015	7120	7695	7812	8103	8719	9020	9608	9713	9911

敵方船艦												射擊次數													
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M

2B'

我方船艦										射擊次數															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
56 194 306 1024 1510 1807 2500 2812 3011 3902 4178 5902 5915	6102 6526 6818 7020 7155 7913 8016 8230 8599 8902 9090 9526 9812																								

敵方船艦										射擊次數															
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
66 66 66 66 66 66 66 66 66 66 66 66 66	66 66 66 66 66 66 66 66 66 66 66 66 66																								

3A'

我方船艦		射擊次數							
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A 1982	C 6113	E 9121	H 5009	I 2651	L 1248	O 2004	R 9369	S 1321	V 3285
B 7841	D 1055	F 1011	J 1751	M 1716	P 5173	T 3004	Q 2806	U 7190	Y 6012
		G 2984	K 4848	N 2148					Z 7525

敵方船艦		射擊次數							
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	E	H	I	L	M	N	R	S	V
B	F	G	J	K			T	U	W
C								X	Y
D								Z	

3B'

我方船艦		射擊次數									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	8615	E	1361	H	7726	L	1814	R	6993	Y	2917
B	7003	F	7644	I	9003	K	3000	S	3121	Z	4122
C	1991	G	5600	J	5557	M	2002	T	4300	V	8208
D	6211					N	8844	U	1907	W	9423
										X	4176

敵方船艦		射擊次數									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A		C		E		H		L		R	
B		D		F		I		M		S	
				G		J		N		T	
						K				U	
										V	
										W	
										X	
										Y	
										Z	

這個活動在說什麼？

電腦儲存了大量資訊，它們必須要能夠快速對其進行搜尋篩選。而搜尋引擎所面對的世界上最大搜尋問題之一就是，他們必須要在極短時間內搜尋數十億個網頁。而電腦被要求尋找的資料，像是文字，條碼編號或是作者名稱，則被稱為「搜尋關鍵字」。

電腦可以非常快速的處理資訊，而你可能會認為為了找到想要的資訊，它們必須從頭開始，直到找到想找的目標為止。這是我們在第一個「線性搜尋遊戲」中所使用的方法。但這種方法 -- 即使對電腦而言 -- 也過於緩慢了。舉個例子，假設一間超級市場的貨架上有一萬種不同產品。當櫃檯掃描一個條碼時，電腦必須最多搜尋一萬次才能找到產品的名稱與價格。這樣即使檢查每筆條碼只花千分之一秒，檢查完所有條碼也要花 10 秒。想像一下，要花多少時間才能掃描完一個家庭會採買的林林總總的雜貨？

二元搜尋法看起來是比較好的方式。二元搜尋法中，先將每筆數字照順序排列。然後檢查列表中間的項目，就可以知道要找的關鍵字是在列表前半還是後半。接著重複該動作，直到找到要搜尋的項目為止。舉剛才超級市場的例子，一萬個項目最多需要進行十四次檢查，也就是大約兩百分之一秒 — 幾乎是一瞬間 -- 即可完成搜尋。

第三個尋找資料的方法叫做雜湊。在這種方法中，關鍵字本身會直接指示到哪裡找這個資訊。舉個例子，假設要搜尋電話號碼，你可以將所有數字加起來，然後除以十一並取餘數。這個做法得到的雜湊關鍵字就有點像活動四裡所提到的同位檢查數值 — 資料本身的一小部份是從資料的其他部份而來。用這種方法，通常電腦可以很直接地找到要搜尋的資訊。不過還是有小部份的可能，在同一個位置有好幾筆資料，而電腦必須在這幾筆裡面再繼續搜尋。

程式設計師常會使用一些不同版本的雜湊搜尋方式來進行搜尋，除非資料有必要按照順序排列，或是無法接受很慢的搜尋，即使機會很小。