程式競賽導論

112-2 普台競程讀書會

陳柏安

2024-03-17

此堂課的 slido:
`https://app.sli.do/event/gVbPWZP5aVmiUygVBafrLt`

關於我

關於我

- 高三庚班 陳柏安
- 本學期的讀書會負責人兼講師
- 2022、2023 中投區學科能力競賽 佳作
- 被耽誤的競程選手
- 常用的 handle: gary_cba
- mail: garychan60122gmail.com
- 我弱
- 想看更多請到: `https://hackmd.io/@garycba/ry7DegY8j`

我高中三年的故事

- 太弱了

我高中三年的故事

- 太弱了
- 以下空白

別人高中三年的故事

- 112 特選生清大資工 Koying

別人高中三年的故事

- 112 特選生清大資工 Koying
- 高一才開始學程式 $C++$

別人高中三年的故事

- 112 特選生清大資工 Koying
- 高一才開始學程式 $C++$
- 付出許多時間在競程與社群貢獻

別人高中三年的故事

- 112 特選生清大資工 Koying
- 高一才開始學程式 $C++$
- 付出許多時間在競程與社群貢獻
- APCS 55、全國學科能力競賽三等獎...

別人高中三年的故事

- 112 特選生清大資工 Koying
- 高一才開始學程式 $C++$
- 付出許多時間在競程與社群貢獻
- APCS 55、全國學科能力競賽三等獎...
- 別人成果的背後是...

別人高中三年的故事

- 112 特選生清大資工 Koying
- 高一才開始學程式 $C++$
- 付出許多時間在競程與社群貢獻
- APCS 55、全國學科能力競賽三等獎...
- 別人成果的背後是...
- 他的經歷 `https://github.com/Koyingtw/spec-share`

課程說明

為什麼要創建讀書會

- 推廣競程

為什麼要創建讀書會

- 推廣競程
- 希望能夠幫大家開闢一個新的道路

為什麼要創建讀書會

- 推廣競程
- 希望能夠幫大家開闢一個新的道路
- 課業固然重要，但興趣才是我們學習下去的動力，同時我也希望讓大家的興趣成為大家最大的助力

為什麼要創建讀書會

- 推廣競程
- 希望能夠幫大家開闢一個新的道路
- 課業固然重要，但興趣才是我們學習下去的動力，同時我也希望讓大家的興趣成為大家最大的助力
- 我覺得這才是競程的精神

為什麼要創建讀書會

- 希望這樣的精神能傳承下去

為什麼要創建讀書會

- 希望這樣的精神能傳承下去
- 一起加油!

讀書會進行方式

- 每周一、非淨日 19:00 到 22:00
- 19:00 到 21:00 上課
- 21:00 到 22:00 提問與練習
- 三位講師 - 我、陳映杰、楊宗勳，分配擔任各堂課的講師
- 每節課會有演算法概念講解 -> 帶實際題目-> 課後習題練習

讀書會規則

1. 出席
   - 讀書會於每星期一、非淨日的晚間 19:00　22:00
   - 學員應盡量準時出席，若有遲到或缺席，應事先請假

讀書會規則

1. 出席
   - 讀書會於每星期一、非淨日的晚間 19:00　22:00
   - 學員應盡量準時出席，若有遲到或缺席，應事先請假
2. 參與
   - 讀書會採用講師授課的方式進行，課堂中請尊重講師，請勿坐自己的事，若屢勸不聽將會強制控制電腦
   - 課堂中歡迎多多提問，能把講師問倒最好

讀書會規則

1. 出席
   - 讀書會於每星期一、非淨日的晚間 19:00　22:00
   - 學員應盡量準時出席，若有遲到或缺席，應事先請假
2. 參與
   - 讀書會採用講師授課的方式進行，課堂中請尊重講師，請勿坐自己的事，若屢勸不聽將會強制控制電腦
   - 課堂中歡迎多多提問，能把講師問倒最好
3. 學習
   - 課後請利用時間盡量將該堂課所給的題目寫完
   - 若遇到不會的題目，可以留到下次上課提出討論

課程目標

- 精熟基礎演算法與資料結構
- APCS 4 級分以上
- 其他的就靠實力累積吧

課程相關訊息

- 讀書會主頁 https://hackmd.io/@putaiINF/rk2MpUvip
- 課程講義 https://hackmd.io/@putaiINF/rkKZaQQDp
- 課程題單 https://hackmd.io/@putaiINF/r1daKnNBn

課程內容

- 七大主題

課程內容

- 七大主題
- 基礎資料結構 Basic Data Structure
- 進階資料結構 Advanced Data Structure
- 枚舉 Enumerate
- 貪心 Greedy
- 基礎圖論 Basic Graph
- 進階圖論 Advanced Graph
- 分治 Divid and Conquar
- 動態規劃 Dynamic Programming

課前準備

- 加入 PTITC Discord 社群 `https://discord.gg/AKK8N4EE2t`
- 建好自己的環境
- 帶著清楚的頭腦來上課

競賽程式

競賽程式是什麼

- 又稱為演算法競賽

競賽程式是什麼

- 又稱為演算法競賽
- 我們常常將競賽程式講成競程

競賽程式是什麼

- 又稱為演算法競賽
- 我們常常將競賽程式講成競程
- 主要是在比誰能在時間內解出最多、最有效率的程式

競賽程式是什麼

- 又稱為演算法競賽
- 我們常常將競賽程式講成競程
- 主要是在比誰能在時間內解出最多、最有效率的程式
- 題目內容涉及資料結構和演算法的運用

競賽程式是什麼

- 又稱為演算法競賽
- 我們常常將競賽程式講成競程
- 主要是在比誰能在時間內解出最多、最有效率的程式
- 題目內容涉及資料結構和演算法的運用
- 輸入 -> 程式運算 -> 輸出

演算法和資料結構又是什麼?

$$\text{程式設計} = \text{演算法} + \text{資料結構}$$

- 程式語言 (C++, Python, Java...) 為工具

演算法和資料結構又是什麼?

$$\text{程式設計} = \text{演算法} + \text{資料結構}$$

- 程式語言 (C++, Python, Java...) 為工具
- 資料結構資料儲存方式及架構

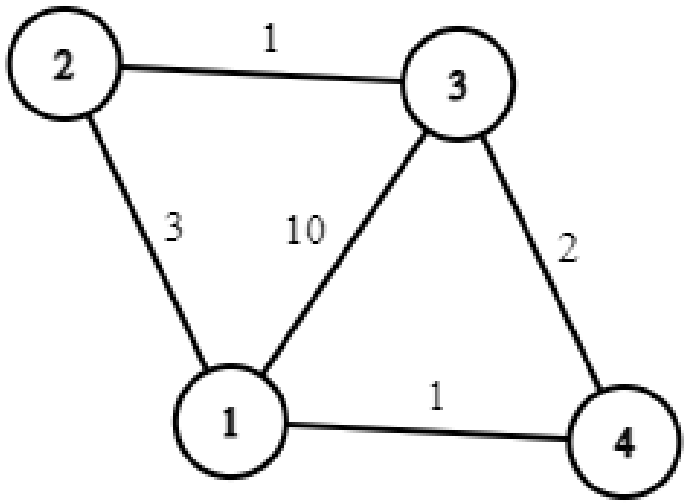
演算法和資料結構又是什麼?

$$\text{程式設計} = \text{演算法} + \text{資料結構}$$

- 程式語言 (C++, Python, Java...) 為工具
- 資料結構資料儲存方式及架構
- 演算法是有效率解決問題的方法

太抽象？舉個例子

- Google 導航尋找最短的路徑
- 要排序一堆亂數



有哪些競賽?

- 國際資訊奧林匹亞 IOI & 台灣資訊奧林匹亞 TOI
- 資訊學科能力競賽 區賽 & 全國
- 網際網路程式設計全國競賽 NPSC
- 大學程式能力先修檢測 APCS
- 少年圖林計畫 YTP
- 成功大學高中生程式設計邀請賽 NCKU

有哪些活動可以參加?

1. 課程
   - 資訊之芽 (語法班 & 算法班)
   - 普台程式設計培訓
2. 營隊
   - APCS camp
   - IOI camp
   - ION camp

升學不再只是學霸的天下

1. 特殊選材
   - 不用考學測

升學不再只是學霸的天下

1. 特殊選材
   - 不用考學測
   - 要有出色的競賽成績，或是你很特殊

升學不再只是學霸的天下

1. 特殊選材
   - 不用考學測
   - 要有出色的競賽成績，或是你很特殊
   - 在程式上要付出很多心力

升學不再只是學霸的天下

1. 特殊選材
   - 不用考學測
   - 要有出色的競賽成績，或是你很特殊
   - 在程式上要付出很多心力
   - 這條路不比學測輕鬆，越早決定要特選越好

升學不再只是學霸的天下

1. 特殊選材
   - 不用考學測
   - 要有出色的競賽成績，或是你很特殊
   - 在程式上要付出很多心力
   - 這條路不比學測輕鬆，越早決定要特選越好
2. 學測-APCS 組
   - 還是要準備學測，標準相對的比較低

升學不再只是學霸的天下

1. 特殊選材
   - 不用考學測
   - 要有出色的競賽成績，或是你很特殊
   - 在程式上要付出很多心力
   - 這條路不比學測輕鬆，越早決定要特選越好
2. 學測-APCS 組
   - 還是要準備學測，標準相對的比較低
   - 可以說是第二次的特選

升學不再只是學霸的天下

1. 特殊選材
   - 不用考學測
   - 要有出色的競賽成績，或是你很特殊
   - 在程式上要付出很多心力
   - 這條路不比學測輕鬆，越早決定要特選越好
2. 學測-APCS 組
   - 還是要準備學測，標準相對的比較低
   - 可以說是第二次的特選
   - APCS 觀念 4 實作 4 (以上)

升學不再只是學霸的天下

1. 特殊選材
   - 不用考學測
   - 要有出色的競賽成績，或是你很特殊
   - 在程式上要付出很多心力
   - 這條路不比學測輕鬆，越早決定要特選越好
2. 學測-APCS 組
   - 還是要準備學測，標準相對的比較低
   - 可以說是第二次的特選
   - APCS 觀念 4 實作 4 (以上)
   - 名額少

各式各樣的 Judge

1. CSES
   - 內容最完整，很多經典題
   - 僅能用 C++
   - 全英文題目，可搭配 USACO 練習
2. Codeforces
   - Rating + (200 to 300)
   - 全英文題目
3. Zerojudge
   - 水題很多，搞人的題也很多，建議配題單刷
   - APCS 歷屆試題
4. TIOJ
   - 如果你真的很猛你已從頭刷到尾，不然一樣配題單刷
5. Leetcode
   - 配主題刷

我統整的題單: `https://hackmd.io/@garycba/r1daKnNBn`

各式各樣的線上賽

1. Codeforces
   - 全英文
   - 比賽時間通常落在周末 22:00 到 01:00
   - 不限程式語言
2. Atcoder
   - 全英文或日文
   - 比賽時間通常落在周末 20:00 到 22:00
   - 不限程式語言
   - C++ 不支援 <bits/stdc++.h> 標頭檔

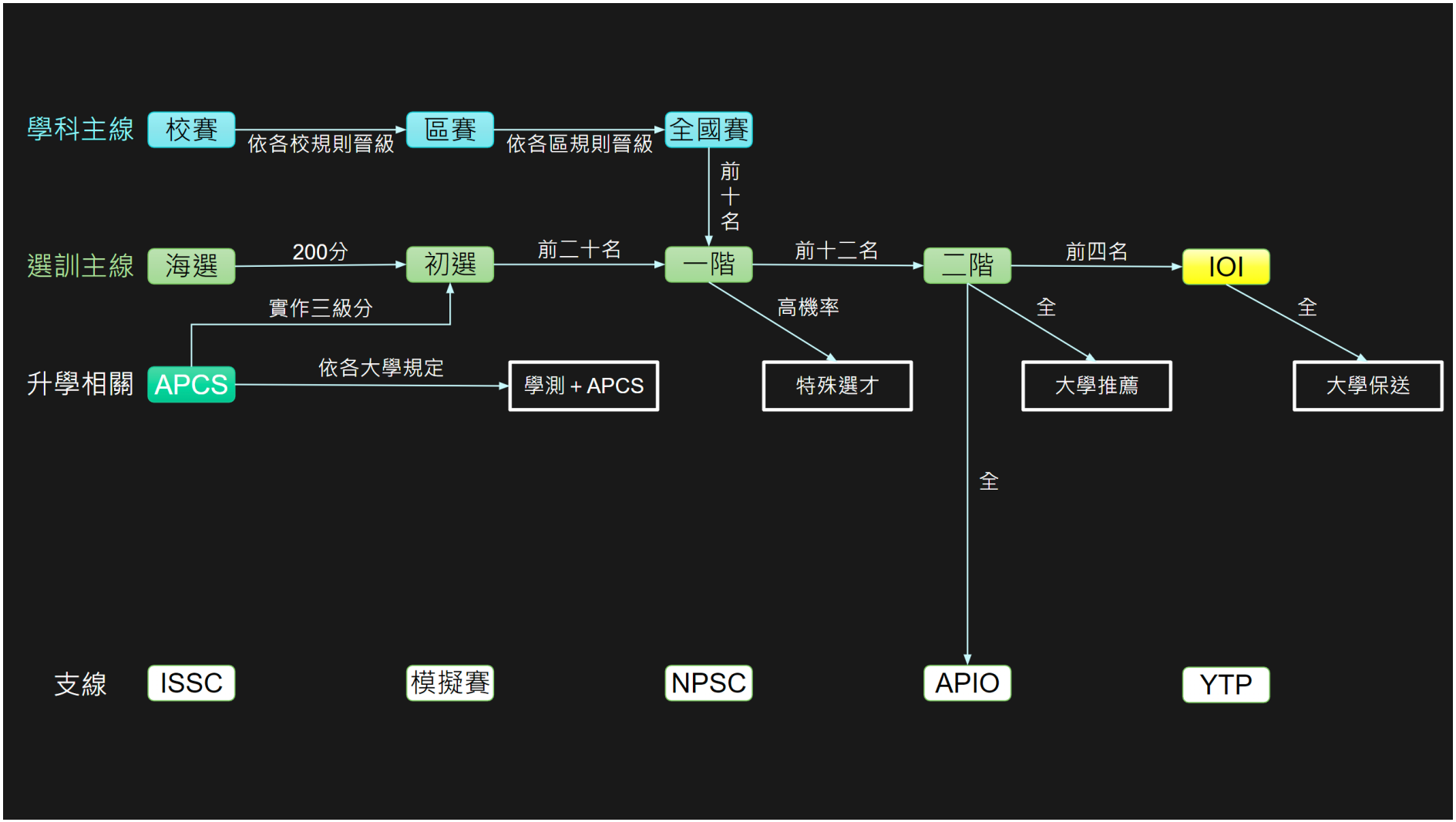

學科主線
校賽
依各校規則晉級
區賽
依各區規則晉級
全國賽
前十名
選訓主線
海選
200分
初選
前二十名
一階
前十二名
二階
前四名
IOI
實作三級分
高機率
全
全
升學相關
APCS
依各大學規定
學測 + APCS
特殊選才
大學推薦
大學保送
全
支線
ISSC
模擬賽
NPSC
APIO
YTP

Figure: 競賽路線

時間估算

何謂時間複雜度

- ~~拿計時器在旁邊算~~

何謂時間複雜度

- ~~拿計時器在旁邊算~~
- 運算量隨數據上升而上升的指數關係

何謂時間複雜度

- ~~拿計時器在旁邊算~~
- 運算量隨數據上升而上升的指數關係
- 大致了解數據量與運算次數的關係

簡單運算次數

- 所謂簡單運算就是程式裡的單一一次的加減法、變數設定、交換陣列數字
- 而我們令 $T(N)$:「當輸入為 N 時，簡單運算的次數」

請問這個程式碼的 T(n) 簡單運算做幾次? (請到 slido 回答)

```
for(int t=1; t<=10; t++){
    for(int i=1; i<=n; i++){
        for(int j=1; j<=n; j++){
            cout<<"Hello World!\n";
        }

    }
}
```

漸進的時間複雜度

Big - O：$f(x) = O(g(x))$ 表示 $g(x)$ 的成長趨勢大於等於 $f(x)$
Big - Omega：$f(x) = O(g(x))$ 表示 $g(x)$ 的成長趨勢小於等於 $f(x)$
Big - Theta：$f(x) = O(g(x))$ 表示 $g(x)$ 的成長趨勢與 $f(x)$ 相同

- 表示一個函數接近極限 (趨勢) 的行為

漸進的時間複雜度

Big - O：$f(x) = O(g(x))$ 表示 $g(x)$ 的成長趨勢大於等於 $f(x)$
Big - Omega：$f(x) = O(g(x))$ 表示 $g(x)$ 的成長趨勢小於等於 $f(x)$
Big - Theta：$f(x) = O(g(x))$ 表示 $g(x)$ 的成長趨勢與 $f(x)$ 相同

- 表示一個函數接近極限 (趨勢) 的行為
- 在演算法執行時間上我們支關心時間的上界，所以用 Big - O

漸進的時間複雜度

Big - O：$f(x) = O(g(x))$ 表示 $g(x)$ 的成長趨勢大於等於 $f(x)$
Big - Omega：$f(x) = O(g(x))$ 表示 $g(x)$ 的成長趨勢小於等於 $f(x)$
Big - Theta：$f(x) = O(g(x))$ 表示 $g(x)$ 的成長趨勢與 $f(x)$ 相同

- 表示一個函數接近極限 (趨勢) 的行為
- 在演算法執行時間上我們支關心時間的上界，所以用 Big - O
- 詳細的數學證明請大家自行搜尋，~~我數學不好~~

Big - O

$$f(x) = 999N^{100} + 999N^2 + 1 =$$

Big - O

$$f(x) = 999N^{100} + 999N^2 + 1 =$$

$$O(N^{100})$$

時間複雜度的例子

- 一次基本運算為 $O(1)$ (加減運算、變數設定...)

時間複雜度的例子

- 一次基本運算為 $O(1)$ (加減運算、變數設定...)
- 計算每次迴圈運算次數

時間複雜度的例子

- 一次基本運算為 $O(1)$ (加減運算、變數設定...)
- 計算每次迴圈運算次數
- 下圖是一個 O(n) 的程式

時間複雜度的例子

- 一次基本運算為 $O(1)$ (加減運算、變數設定...)
- 計算每次迴圈運算次數
- 下圖是一個 O(n) 的程式

```
for(int i=1; i<=n; i++){
    cout<<"Hello World!\n";
}
```

時間複雜度的例子

請問這個程式碼的複雜度是多少?

```
for(int i=1; i<=n; i++){
    for(int j=1; j<=n; j++){
        cout<<"Hello World!\n";
    }

}

for(int i=1; i<=n; i++){
    cout<<"Hello World!\n";
}
```

時間複雜度的例子

- 有人會覺得是 $O(n^2 + n)$

時間複雜度的例子

- 有人會覺得是 $O(n^2 + n)$
- 實際上是 $O(n^2)$

時間複雜度的例子

- 有人會覺得是 $O(n^2 + n)$
- 實際上是 $O(n^2)$
- 因為當 n 極大時，$O(n)$ 對於 $O(n^2)$影響極小

時間複雜度的例子

- 有人會覺得是 $O(n^2 + n)$
- 實際上是 $O(n^2)$
- 因為當 n 極大時，$O(n)$ 對於 $O(n^2)$影響極小
- 因此我們可以省略掉 n

時間複雜度的例子

- 有人會覺得是 $O(n^2 + n)$
- 實際上是 $O(n^2)$
- 因為當 n 極大時，$O(n)$ 對於 $O(n^2)$影響極小
- 因此我們可以省略掉 n 我們稱此為常數

時間複雜度的例子

請問這個程式碼的複雜度是多少?

```
for(int t=1; t<=10; t++){
    for(int i=1; i<=n; i++){
        for(int j=1; j<=n; j++){
            cout<<"Hello World!\n";
        }

    }
}
```

時間複雜度的例子

- 啊不就是 $O(10 \cdot n^2)$?

時間複雜度的例子

- 啊不就是 $O(10 \cdot n^2)$?
- 實際上還是 $O(n^2)$

時間複雜度的例子

- 啊不就是 $O(10 \cdot n^2)$?
- 實際上還是 $O(n^2)$
- 係數依舊視為常數

時間複雜度的例子

- 啊不就是 $O(10 \cdot n^2)$?
- 實際上還是 $O(n^2)$
- 係數依舊視為常數
- 蝦毀! 為什麼?

時間複雜度的例子

- 啊不就是 $O(10 \cdot n^2)$?
- 實際上還是 $O(n^2)$
- 係數依舊視為常數
- 蝦毀! 為什麼?
- 因為我們只在乎執行時間的趨勢而已，所以從 $O(n^2)$ 便可看出時間趨勢

時間複雜度的例子

- 啊不就是 $O(10 \cdot n^2)$?
- 實際上還是 $O(n^2)$
- 係數依舊視為常數
- 蝦毀! 為什麼?
- 因為我們只在乎執行時間的趨勢而已，所以從 $O(n^2)$ 便可看出時間趨勢
- 所以係數也省略

均攤時間複雜度

```
for(int i=1; i<=n; i++){
    if(i == 5){
        for(int j=1; j<=n; j++){
            cout<<j<<'\n';
        }
    }else{
        cout<<i<<'\n';
    }
}
```

- i $= 5$ 時是 $O(n)$，其他狀態都是 $O(1)$

- i $= 5$ 時是 $O(n)$，其他狀態都是 $O(1)$
- 這種狀況時 i $= 5$ 的複雜度會被其他的均攤掉

- i $= 5$ 時是 $O(n)$，其他狀態都是 $O(1)$
- 這種狀況時 i $= 5$ 的複雜度會被其他的均攤掉
- $O(n)$

量級比較

$$O(1) < O(logn) < O(\sqrt{n}) < O(nlogn) < O(n^2) < O(n^3) < O(2^N) < O(n!) < O(n^n)$$

時間複雜度的標準

- 大家一定很疑惑到底怎樣的時間複雜度才是可行的

時間複雜度的標準

- 大家一定很疑惑到底怎樣的時間複雜度才是可行的
- Judge 每秒鐘可執行約 10^8 的「簡單運算」

時間複雜度的標準

- 大家一定很疑惑到底怎樣的時間複雜度才是可行的
- Judge 每秒鐘可執行約 10^8 的「簡單運算」
- 所以當你的程式的 $Big - O$ 估出來超過 10^8 便會卡 TLE

來點例題

no judge

有一個長度為 n 的序列 a，請找出兩個數字相加 x。
測資範圍
$1<=n<=10^9$
$1<=a_i<=10^9$

謝謝大家