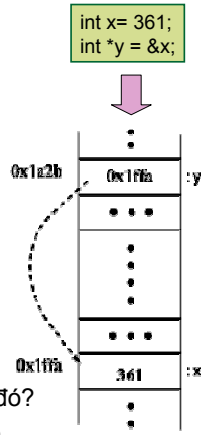
Lập trình hướng đối tượng

Ôn tập về con trỏ

Con trỏ

- Một con trỏ hay một biến con trỏ là:
  - một biến chiếu đến một ô nhớ.
  - nó lưu vị trí/địa chỉ của ô nhớ đó.
- Hai ứng dụng chính:
  - Truy nhập gián tiếp
  - Bộ nhớ động
- Vấn đề kỹ thuật:

  Nếu P là một biến con trỏ
  - Làm thế nào để trỏ P đến một ô nhớ nào đó?
  - Làm thế nào để truy nhập đến ô nhớ P trỏ



Thao tác con trỏ

- Các ký hiệu, từ khóa: **&, *, new, delete**

```
int X, Y;
int* P; // P is an integer pointer variable
```

- Lệnh thứ hai khai báo một biến con trỏ P có giá trị chưa xác định nhưng khác Null. Biến con trỏ này có thể chỉ trỏ tới một ô nhớ chứa một số nguyên

```
P = &Y; // trỏ P tới Y (P lưu địa chỉ của Y)
*P = X; // ghi giá trị của biến X vào vùng bộ nhớ trỏ bởi P
```

- Ví dụ

```
Y = 5; // variable Y stores value
P = &X; // P points to memory location of X
*P = Y; // same as writing X = Y
```

- Sau ví dụ trên, X = 5, Y = 5, và P trỏ tới X

Ví dụ

```
#include <iostream>
int main()
{  int x = 10; int y = 20;
   int *p1, *p2;
   p1 = &x; p2 = &y;
   cout << "x = " << x << endl;
   cout << "y = " << y << endl;
   cout << "*p1 = " << *p1 << endl;
   cout << "*p2 = " << *p2 << endl << endl;
   *p1 = 50; *p2 = 90;
   cout << "x = " << x << endl;
   cout << "y = " << y << endl;
   cout << "*p1 = " << *p1 << endl;
   cout << "*p2 = " << *p2 << endl << endl;
   p1 = p2; cout << "x = " << x << endl;
   cout << "y = " << y << endl;
   cout << "*p1 = " << *p1 << endl;
   cout << "*p2 = " << *p2 << endl << endl;
}
```

```
x = 10
y = 20
*p1 = 10
*p2 = 20
x = 50
y = 90
*p1 = 50
*p2 = 90
x = 50
y = 90
*p1 = 90
*p2 = 90
```

Ký hiệu

- Đọc *P là biến mà P trỏ tới
- Đọc &X là địa chỉ của X
- & là toán tử địa chỉ (address of operator)
- * là toán tử thâm nhập (dereferencing operator)
- Giả sử P1 = &X và P2 = &Y, thì P1 trỏ tới X và P2 trỏ tới Y

```
P1 = P2
```

Không tương đương với

```
*P1 = *P2
```

- P1 = P2 có hiệu quả trỏ P1 tới Y,lệnh đó không thay đổi X
- Lệnh *P1 = *P2; tương đương với X = Y;

Sử dụng typedef

- Lỗi hay gặp khi sử dụng con trỏ. Phân biệt hai dòng sau:

```
int* P, Q; // P is a pointer and Q an int
int *P, *Q;// P and Q are both pointers
```

- Một cách tránh lỗi là sử dụng lệnh typedef để đặt tên kiểu mới. Ví dụ:

```
typedef double distance; //distance is a new name for
   double
distance miles;
```

Giống như

```
double miles;
```

Có nghĩa rằng, thay vì viết

```
int *P, *Q;
```

Ta có thể viết

```
typedef int* IntPtr; // new name for pointers to ints
IntPtr P, Q; //P and Q are both pointers
```

Cấp phát bộ nhớ tĩnh và động (Static and Dynamic Allocation Of Memory)

- Đoạn trình

```
int X,Y; // X and Y are integers
int *P; // P is an integer pointer variable
```

Cấp phát bộ nhớ cho X, Y và P tại thời điểm biên dịch

Đó là **cấp phát tĩnh (static allocation)**

- Bộ nhớ cũng có thể được cấp phát tại thời gian chạy. Đó gọi là **Cấp phát động (dynamic allocation)**. Ví dụ:

```
P = new int;
```

  - Cấp phát một ô nhớ mới có thể chứa một số nguyên, và trỏ P tới ô nhớ đó

Ví dụ

```
//Program to demonstrate pointers
//and dynamic variables
#include <iostream>
int main()
{
   int *p1, *p2;
   p1 = new int;
   *p1 = 10; p2 = p1;
   cout << "*p1 = " << *p1 << endl;
   cout << "*p2 = " << *p2 << endl << endl;
   *p2 = 30;
   cout << "*p1 = " << *p1 << endl;
   cout << "*p2 = " << *p2 << endl << endl;
   p1 = new int; *p1 = 40;
   cout << "*p1 = " << *p1 << endl;
   cout << "*p2 = " << *p2 << endl << endl;
}
```

```
*p1 = 10
*p2 = 10

*p1 = 30
*p2 = 30

*p1 = 40
*p2 = 30
```

Cấp phát - thu hồi bộ nhớ động

- **heap:** vùng bộ nhớ đặc biệt dành riêng cho các biến động. Để tạo một biến động mới, hệ thống cấp phát không gian từ heap. Nếu không còn bộ nhớ, **new** không thể cấp phát bộ nhớ thì nó trả về gia trị **Null**
- Trong lập trình thực thụ, ta nên luôn luôn kiểm tra lỗi này

```
int *p;
p = new int;
if (p == NULL) {
   cout << "Memory Allocation Error\n";
   exit;
}
```

- Thực ra, NULL là giá trị 0, nhưng ta coi nó là một giá trị đặc biệt vì còn sử dụng cho trường hợp đặc biệt: con trỏ "rỗng".

Cấp phát - thu hồi bộ nhớ động

- Hệ thống chỉ có một lượng bộ nhớ giới hạn,
  - cần trả lại cho heap phần bộ nhớ động không còn sử dụng.
- Lệnh

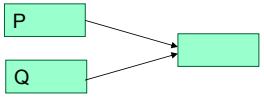
  `delete P;`
  - trả lại vùng bộ nhớ trỏ bởi **P**, nhưng không sửa giá trị của **P**.
  - Sau khi thực thi **delete P**, giá trị của **P** không xác định.

Con trỏ lạc – Dangling Pointer

- khi **delete P**, ta cần chú ý không xoá vùng bộ nhớ mà một con trỏ Q khác đang trỏ tới.

```
int *P;
int *Q;
P = new int;
Q = P;
```

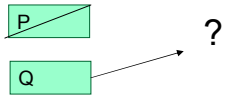
tạo



Sau đó

```
delete P;
P = NULL;
```

Làm Q bị lạc



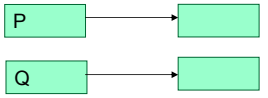
?

Rò rỉ bộ nhớ

- Một vấn đề liên quan: *mất* mọi con trỏ đến một vùng bộ nhớ được cấp phát. Khi đó, vùng bộ nhớ đó bịmất dấu, không thể trả lại cho heap được.

```
int *P;
int *Q;
P = new int;
Q = new int;
```

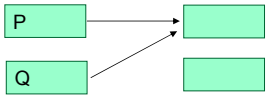
tạo



Sau đó

```
Q = P;
```

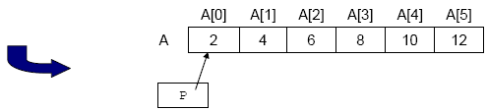
Làm mất vùng nhớ đã từng được Q trỏ tới



Mảng và con trỏ

- Tên mảng được coi như một *con trỏ* tới phần tử đầu tiên của mảng.

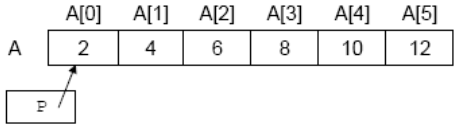
```
int A[6] = {2,4,6,8,10,12}; // defines an array of inegers
int *P;
P = A; // P points to A
```



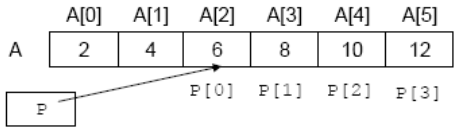
Do tên mảng và con trỏ là tương đương, ta có thể dùng P như tên mảng. Ví dụ:
`P[3] = 7;` tương đương với `A[3] = 7;`

Ví dụ

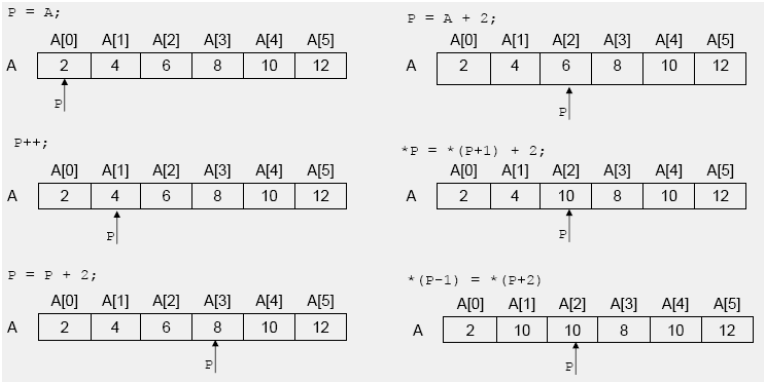
Bắt đầu



Thực hiện P = &A[2]
Bây giờ, P[0] là A[2], p[1] là A[3],...



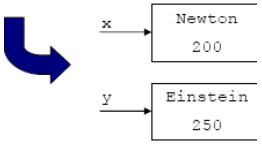
Các phép tính trên con trỏ



Con trỏ tới bản ghi: bộ nhớ động

```
#ifndef IQ1_H
#define IQ1_H
#include <iostream>
class IQ {
   private:
        char name[20];
        int score;
   public:
        IQ (const char s, int k) {
            strcpy(name, s);
            score = k;
        }
        void smarter(int k){score += k;}
        void print() const {
            cout << "(" << name << ",
              " << score << ")" << endl;
        }
}
#endif
```

```
#include <iostream>
#include "iq1.h"
int main()
{
IQ *x=new IQ("Newton",200);
IQ *y=new IQ("Einstein",250);
x->print();
y->print();
return;
}
```



Mảng cấp phát động

- **new T[n]** cấp phát một mảng gồm **n** đối tượng kiểu **T** và trả về một con trỏ tới đầu mảng
- **delete [ ] p** huỷ mảng mà **p** trỏ tới và trả vùng bộ nhớ đó cho heap. **P** *phải* trỏ tới đầu mảng động, Nếu không, kết quả của **delete** sẽ phụ thuộc vào trình biên dịch và loại dữ liệu đang sử dụng. Ta có thể nhận được lỗi runtime error hoặc kết quả sai.
- Kích thước của mảng động không cần là hằng số mà có thể có giá trị được quyết định tại thời gian chạy

```
#include <iostream>
int main (){
    int size;
    cin << size;
    int* A = new int[size]; // dynamically allocate array
    A[0] = 0; A[1] = 1; A[2] = 2;
    cout << "A[1] = " << A[1] << endl;
    delete [] A; // delete the array
}
```

Huỷ mảng động bất hợp lệ

P không trỏ tới đầu mảng A

Huỷ không hợp lệ

Kết quả phụ thuộc trình biên dịch

```
#include <iostream>
int main ()
{
   int* A = new int[6];
   // dynamically allocate array
   A[0] = 0; A[1] = 1; A[2] = 2;
   A[3] = 3; A[4] = 4; A[5] = 5;
   int *p = A + 2;
   cout << "A[1] = " << A[1] << endl;
   delete [] p; // illegal!!!
   // results depend on particular compiler
   cout << "A[1] = " << A[1] << endl;
}
```

Cấp phát động mảng đa chiều

- Cấp phát động mảng hai chiều (N+1)(M+1) gồm các đối tượng IQ

```
IQ **a = new (IQ*) [N+1];
for (int i=0; i<N+1; i++)
    a[i] = new IQ[M+1];
```