Estructuras Básicas de Algoritmos y de Datos III. Vectores

José Otero

[1]Departamento de informática
Universidad de Oviedo

6 de noviembre de 2008

- Los los tipos vistos hasta el momento son *escalares*.
  - Cada variable de esos tipos alberga un único valor.
- Un vector es una agrupación de valores del mismo tipo.
  - Cada vector contiene varios valores de ese tipo.
  - La agrupación completa tiene un nombre.
  - Cada elemento del vector es accesible mediante ese nombre y un índice.
  - Es la representación de los vectores habituales en matemáticas.
- El tipo de los elementos de un vector se denomina tipo base de ese vector.
- En C++ el tamaño de los vectores definidos en la librería STL (Standard Template Library) puede cambiar en tiempo de ejecución.
  - Pueden quitarse/añadirse elementos.

Declaración de vectores.

- es necesario incluir el archivo de cabeceras adecuado, al principio del programa.
  `#include<vector>`
- sintaxis:
  `vector<t_base> nombre(n_elementos,v_inicial);`
- `t_base` es el tipo de cada elemento del vector.
- `nombre` es el nombre de la variable de tipo vector que se declara.
- `n_elementos` es el número de elementos que alberga el vector, tiene que ser mayor que cero.
- `v_inicial` es el valor inicial de todos los elementos del vector.
  - tiene que ser del tipo `t_base`.

Sintaxis mínima:

- `vector<t_base> nombre;`

Ejemplos:

- Un vector de enteros sin tamaño inicial.
  `vector<int> a;`
- Un vector de caracteres de tamaño inicial 7.
  `vector<char> x(7);`
- Un vector de reales de tamaño inicial 10, cada uno de ellos vale 0.5.
  `vector<float> z(10,0.5);`
- Varias declaraciones juntas.
  `vector<int> tmp,datos(3),x(20,0.0);`

- Para saber el tamaño de un vector se usa la función `size()`

```
vector<int> a(3),b;
//muestra:3 0
cout<<a.size()<<' '
    <<b.size()<<endl;
b=a;
//muestra:3 3
cout<<a.size()<<' '
     <<b.size()<<endl;
```

- Se puede declarar un vector y darle tamaño más tarde asignándole un vector del tamaño deseado.

```
vector<int> a;
int n;
//suponer que se
//introduce 5
cin>>n;
a=vector<int>(n);
//muestra 5
cout<<a.size();
```


Explicación a la segunda columna:
`vector<t_base>(tamano,valor_inicial)`
es una expresión de tipo vector:

- Su tipo base es `t_base`
- Su tamaño es `tamano`
- El valor inicial de cada elemento es `valor_inicial`

y se puede asignar a una variable de tipo vector del mismo tipo base.
Ejemplos:
`vector<int>(4)` es un vector de tamaño 4.
`vector<float>(7,3.0)` es un vector de tamaño 3, cada elemento vale inicialmente 3.0.

Uso de vectores.

- El nombre de un vector seguido de una pareja de `[]` encerrando una *expresión* de tipo entero $\in$[0,tamaño-1] es el elemento que ocupa ese lugar dentro del vector.
  - Tanto como para *asignarle* valor
  - como para *usar* su valor.
  - Como si fuese una variable del tipo base del vector.
- Ejemplos:

```
vector<int> x(10);
int a=3;
x[0]=7;
x[9]=a*x[0];
//x[10]=33; ERROR
//a=x[10]; ERROR
```

- Los vectores se pueden asignar, como cualquier variable. La variable de tipo vector a la izquierda del operador de asignación:
  - Tiene que ser construida a partir del mismo tipo que el de la derecha.
  - El tamaño pasa a ser el mismo que el del de la derecha.
  - Cada elemento será igual al que ocupe el mismo lugar en el de la derecha.
- Ejemplo:

```
vector<float> x,y(3);
vector<int> a;
y[0]=0.5;
y[1]=-1.1;
y[2]=33.0;
x=y;
a=x;// ERROR
```


Dos vectores *del mismo tipo base* se pueden comparar a igualdad utilizando ==

- Dos vectores son iguales si:
  - El tamaño es el mismo.
  - Contienen los mismos elementos en las mismas posiciones.

Ejemplo:

```
vector<int> a(3),b(3);
vector<float> x(x,0.0);
a[0]=1;
a[1]=3;
a[2]=-3;
//después de esta
//asignación
b=a;
//evidentemente
//son iguales
if(a==b)//es true
   //se ejecuta:
   cout<<"son iguales";
//si modificamos uno
//de los elementos
//de uno ya no son iguales
b[0]=7;
if (a==b)//es false
   //no se ejecuta
   cout<<"son iguales";
```

NOTA: tiene que estar definido == para el tipo base

Dos vectores *del mismo tipo base* se pueden comparar utilizando el operador <

- La comparación es *lexicográfica*, en la expresión a<b:
- Se comparan `a[0]` y `b[0]`
- Si `a[0]<b[0]` es `true` entonces a<b es `true`
- Si `a[0]>b[0]` es `true` entonces a<b es `false`
- Si `a[0]==b[0]` es `true` se comparan `a[1]` y `b[1]` y así sucesivamente
- Si la longitud de a es menor que la de b y todos los elementos de a están al principio de b en el mismo orden, a<b es `true`, en caso contrario `false`

NOTA: tiene que estar definido < para el tipo base


```
vector<int> a(3),b(3),
            c(4);
a[0]=1;
a[1]=2;
a[2]=3;
b[0]=1;
b[1]=3;
b[2]=3;
if(a<b)//true
   //se ejecuta
   cout<<"a < b";
```

```
c[0]=1;
c[1]=2;
c[2]=3;
c[3]=3;
if(a<c)//true
   //se ejecuta
   cout<<"a < b";
```

NOTA: el comportamiento del resto de operadores se deduce del de estos dos, por ejemplo a<=b es equivalente a `a<b||a==b`, `a!=b` es equivalente a `!(a==b)`, etc.

- Salvo la asignación y las comparaciones, no existen operaciones definidas para vectores *completos*.
- Cualquier otra operación sobre un vector hay que descomponerla en acciones individuales *sobre cada elemento*.
- Un algoritmo realiza el *recorrido* de un vector cuando opera con todos los elementos del vector, uno tras otro y en orden

- Una forma cómoda de realizar el recorrido de un vector es usar un bucle `for`

```
vector<tipo> nombre;
//dar tamaño...asignar valores
...
//si i no se usa FUERA del for
//se puede declarar ahí
for(int i=0;i<nombre.size();i++)
   {
   //hacer lo que sea con el elemento i
   ...nombre[i]...
   }
```


- Lo mismo del último al primero

```
vector<tipo> nombre;
//dar tamaño...asignar valores
...
for(int i=nombre.size()-1;i>=0;i--)
   {
   //hacer lo que sea con el elemento i
   ...nombre[i]...
   }
```


Ejemplo:

- Pedir un vector de reales por el teclado:

```
//tamano tiene que tener
//valor definido
vector<float> a(tamano);
for(int i=0;i<a.size();i++)
   cin>>a[i];
```

Ejemplo:

- Mostrar un vector de reales por la pantalla:

```
//previamente los valores
//de los elementos se han
//asignado
for(int i=0;i<a.size();i++)
   cout<<a[i]<<' ';
```


Ejemplo:

- Sumar los elementos de un vector de reales:

```
//previamente los valores
//de los elementos se han
//asignado
float suma=0;
for(int i=0;i<a.size();i++)
   suma+=a[i];//suma=suma+a[i];
```


Ejemplo:

- Sumar vectorialmente dos vectores de reales:

```
//previamente los valores
//de los elementos se han
//asignado
//se suponen de == tamaño
for(int i=0;i<a.size();i++)
   c[i]=a[i]+b[i];
```


Ejemplo:

- Copiar los elementos de un vector en otro en orden inverso:

```
//previamente los valores
//de los elementos se han
//asignado
b=vector<float>(a.size());
for(int i=0;i<a.size();i++)
   b[a.size()-1-i]=a[i];
```

En esta sección veremos funciones útiles para:

- Saber si un vector esta vacío (saber si el tamaño es cero).
- Vaciar un vector (hacer que tenga tamaño cero).
- Insertar un elemento en el vector.
  - Por el final.
  - En cualquier otro lugar.
- Eliminar un elemento.
  - Por el final.
  - En cualquier otro lugar.
- Cambiar el tamaño de un vector.

Saber si un vector está vacío:

- Para saber si un vector está vacío se puede usar `size`: `nombre.size()==0` es `true` cuando está vacío.
- Se puede utilizar la función `empty()`: `nombre.empty()` es `true` cuando está vacío y es más eficiente.

Vaciar un vector:

- Se puede asignar un vector vacío (poco ortodoxo): `nombre=vector<tipo_base>();`
- Se puede usar `clear`: `nombre.clear();` hace que `nombre` tenga tamaño cero.

Añadir un elemento por el final:

- La función `push_back` añade un elemento a un vector, incrementando en uno el tamaño.
  `nombre.push_back(expresion_tipo_base);`
  Esta operación es *relativamente eficiente*.

Insertar un elemento en otra posición:

- Se usa la función `insert`
  `nombre.insert(nombre.begin()+indice, expresion_tipo_base);`
  Inserta el valor de `expresion_tipo_base` en la posición `indice` incrementando en uno el tamaño de `nombre`
  Los elementos siguientes se desplazan hacia el final: esta operación es *ineficiente*.

NOTA: `nombre.begin()` es el principio del vector en memoria.

Aplicación:

- Pedir un vector por el teclado sin definir el tamaño ni pedirlo por el teclado.

```
vector<tipo_base> x;
tipo_base valor;
char c;
do{
  cout<<"Introduce elemento:";
  cin>>valor;
  x.push_back(valor);
  cout<<"Otro?";
  cin>>c;
  }while(c!='n'&&c!='N');
```

El proceso termina cuando después del valor se pulsa una tecla distinta de n o N.

Eliminar un elemento por el final:

- La función `pop_back` elimina un elemento de un vector, decrementando en uno el tamaño.
  `nombre.pop_back();`
  Esta operación es *eficiente*.

Eliminar un elemento en otra posición:

- Se usa la función `erase`
  `nombre.erase(nombre.begin()+indice);`
  Elimina el elemento que está en la posición `indice` decrementando en uno el tamaño de `nombre`
  Los elementos siguientes se desplazan hacia el principio: esta operación es *ineficiente*.

Cambiar el tamaño de un vector:

- Se puede usar la función `resize`
  `nombre.resize(tamano, valor_defecto);`
  - `tamano` es el tamaño que tendrá el vector después de ejecutarse `resize`
  - `valor_defecto` es el valor que tendrán los nuevos elementos del vector (cuando `tamano` es mayor que el tamaño actual). Si no se especifica, para los valores numéricos será 0.
- Si `tamano` es mayor que el tamaño inicial, los elementos se añaden por el final.
- Si `tamano` es menor que el tamaño inicial, los elementos sobrantes se eliminan comenzando por el final.

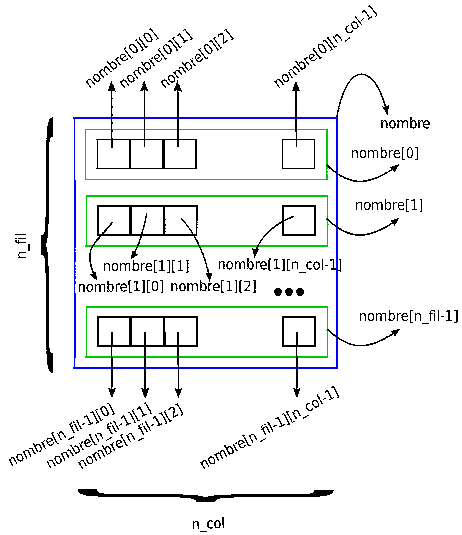
Esta operación puede ser *ineficiente* cuando se usa para *aumentar* el tamaño.

- No se ha establecido ninguna restricción para el tipo base de un `vector`.
- El tipo base puede ser también `vector`.
- Un `vector<vector<tipo_base> >` es una matriz.
- Reparar en el espacio en blanco entre los dos signos >. Es obligatorio ponerlo.

- Declaración (puede ir en una misma línea, no cabía):
  `vector<vector<tipo_base> > nombre(n_fil,vector<t_base>(n_col,v_ini));`
  - `tipo_base` es el tipo de cada elemento de la matriz.
  - `n_fil` es el número de filas.
  - `n_col` es el número de columnas.
  - `v_ini` es el valor inicial de cada elemento.
- Sintaxis mínima:
  `vector<vector<tipo_base> > nombre;`

Si `nombre` es un `vector<vector<tipo_base> >`

- `nombre.size()` es el número de filas.
- `nombre[exp_entera]` con `exp_entera` en [0,`nombre.size()`-1] es una fila completa y es de tipo `vector<tipo_base>`.
- `nombre[exp_entera].size()` con `exp_entera` en [0,`nombre.size()`-1] es el tamaño de esa fila (número de columnas).
- `nombre[exp_entera1][exp_entera2]`con `exp_entera1` en [0,`nombre.size()`-1] y `exp_entera2` en [0,`nombre[exp_entera1].size()`-1] es el elemento de la matriz que está en la posición `[exp_entera1, exp_entera2]`.



- Las filas no tienen por que tener todas el mismo tamaño.
  1. Declarar la matriz y definir *sólo* el número de filas.
  2. Para cada fila, asignar el tamaño.
     - Pidiéndolo por el teclado.
     - O de cualquier otra forma.

```
vector<vector<tipo_base> > nombre(nfil);
int tam;
for (int i=0;i<nombre.size();i++)
    {
    //dar valor a tam
    ...tam...
    nombre[i]=vector<tipo_base>(tam);
    }
```

NOTA: También se puede usar `push_back` dentro de un bucle para insertar elementos en `nombre[i]`

Ejemplo: matriz triangular, sólo tiene elementos por debajo de la diagonal principal.

```
vector<vector<t_base> > a(n_fil);
for (int i=0;i<a.size();i++)
   a[i]=vector<t_base>(i+1);
```

`a[0]` tiene tamaño 1.
`a[1]` tiene tamaño 2.
`a[2]` tiene tamaño 3.
...
`a[a.size()-1]` tiene tamaño `a.size()`

Para recorrer una matriz se pueden utilizar dos bucles `for` anidados.

```
vector<vector<tipo_base> >
nombre(nfil, vector<tipo_base>(ncol));
for (int i=0;i<nombre.size();i++)
   for (int j=0;j<nombre[i].size();j++)
      {
      //procesar el elemento i j
      ...nombre[i][j]...
      }
```

En este caso se recorre de izquierda a derecha y de arriba a abajo.
NOTA: válido para cualquier matriz.

En este caso se recorre de arriba a abajo y de izquierda a derecha

```
vector<vector<tipo_base> >
nombre(nfil, vector<tipo_base>(ncol));
for (int j=0;j<nombre[0].size();j++)
   for (int i=0;i<nombre.size();i++)
      {
      //procesar el elemento i j
      ...nombre[i][j]...
      }
```

NOTA: sólo válido para matrices rectangulares.

Pedir una matriz por el teclado conocidas sus dimensiones

```
int nfil, ncol;
cin>>nfil>>ncol;
vector<t_base> v(nfil,vector<t_base>(ncol));
for (int i=0;i<v.size();i++)
   for (int j=0;j<v[i].size();j++)
      {
      cout<<"elemento ["<<i<<"]["<<j<<"]=";
      cin>>v[i][j];
      }
```

NOTA: el uso de `push_back` como se vio en vectores unidimensionales para la lectura de matrices es trivial.

Mostrar una matriz por la pantalla

```
for (int i=0;i<v.size();i++)
   {
   for (int j=0;j<v[i].size();j++)
      cout<<v[i][j]<<' ';
   cout<<endl;
   }
```

Sumar dos matrices. Tiene que estar definida la suma para `t_base`.
Se suponen matrices del mismo tamaño.

```
//se declaran a, b ,c
//se da valor a a y b
...
for (int i=0;i<a.size();i++)
   for (int j=0;j<a[i].size();j++)
      c[i][j]=a[i][j]+b[i][j];
```


Sumar todos los elementos de una matriz.

```
//se declara a
//se da valor a a
...
//t_base es int, float...
t_base suma=0;
for (int i=0;i<a.size();i++)
   for (int j=0;j<a[i].size();j++)
      suma=suma+a[i][j];
```


Calcular medias por filas almacenando el resultado en el elemento correspondiente de un vector.

```
//declarar a
//dar tamaño
//dar valor
...
//declarar el vector resultado
vector<t_base> media(a.size());
t_base suma;
for (int i=0;i<a.size();i++)
   {
   suma=0;
   for (int j=0;j<a[i].size();j++)
      suma=suma+a[i][j];
   //esto está fuera del for j
   media[i]=suma/a[i].size();
   }
```


Calcular medias por columnas, sólo válido para matrices rectangulares

```
//declarar a
//dar tamaño
//dar valor
...
//declarar el vector resultado
vector<t_base> media(a[0].size());
t_base suma;
for (int j=0;j<a[0].size();j++)
   {
   suma=0;
   for (int i=0;i<a.size();i++)
      suma=suma+a[i][j];
   //esto está fuera del for j
   media[i]=suma/a.size();
   }
```

Trasponer una matriz cuadrada.

```
//declarar a
//dar tamaño
//dar valor
...
t_base tmp;
for (int i=0;i<a.size()-1;i++)
   for (int j=i+1;j<a[i].size();j++)
      {
      tmp=a[i][j];
      a[i][j]=a[j][i];
      a[j][i]=tmp;
      }
```

Estructuras Básicas de Algoritmos y de Datos III. Vectores
└Recorrido de una matriz

Trasponer una matriz rectangular.

```
//declarar a
//dar tamaño
//dar valor
...
vector<vector<t_base> >
b(a[0].size(),vector<t_base>(a.size()));
for (int i=0;i<a.size();i++)
   for (int j=0;j<a[i].size();j++)
      b[j][i]=a[i][j];
//ahora podríamos hacer
a=b;
```