



PRIMERA PRÁCTICA

VECTORES LIBRES DE TRES DIMENSIONES

- **Objetivo**
 - Se desea codificar en **C++** el tipo abstracto de datos **Vector3D**: vector libre de tres dimensiones
 - $\vec{v} = v_1 \vec{i} + v_2 \vec{j} + v_3 \vec{k} = (v_1, v_2, v_3)$
 - **Importante**
 - Se codificarán, al menos, **dos** versiones de la clase **Vector3D** utilizando dos representaciones diferentes de los atributos.
 - Cada versión se codificará en un directorio diferente:
 - version1
 - version2
- **Especificación de la clase Vector3D**
 - **Atributos**
 - Algunas de las posibles representaciones del vector son:
 - Tres datos de tipo *double*.
 - Array de datos de tres componentes de tipo *double*.
 - Vector de la STL con tres componentes de datos de tipo *double*.
 - **Constructores**
 - Constructor sin argumentos
 - **Vector3D()**
 - Crea un **Vector3D** nulo.
 - Postcondición
 - $(get1()==0) \text{ and } (get2()==0) \text{ and } (get3()==0)$
 - Constructor parametrizado
 - **Vector3D(v1, v2, v3:Real)**
 - Crea un nuevo vector a partir de los valores de las componentes.
 - $\vec{v} = v_1 \vec{i} + v_2 \vec{j} + v_3 \vec{k} = (v_1, v_2, v_3)$
 - Postcondición
 - $(get1()==v1) \text{ and } (get2()==v2) \text{ and } (get3()==v3)$
 - Constructor de copia
 - **Vector3D(v: Vector3D)**

- Crea un nuevo vector a partir de otro vector.
- Postcondición
 - $(get1() == v.get1())$
 $and (get2() == v.get2())$
 $and (get3() == v.get3())$
- **Observadores**
 - **Operaciones de consulta de cada una de las componentes del vector**
 - *Real get1()*
 - Obtiene la primera componente del vector: v_1
 - *Real get2()*
 - Obtiene la segunda componente del vector: v_2
 - *Real get3()*
 - Obtiene la tercera componente del vector: v_3
 - **Observación**
 - En C++, estas funciones deben tener el calificador **const**
 - **Módulo**
 - *Real modulo()*
 - Calcula el módulo del vector.
 - $módulo(\vec{v}) = \|\vec{v}\| = \sqrt{v_1 * v_1 + v_2 * v_2 + v_3 * v_3}$
 - Postcondición:
 - $valorDevuelto == \text{sqrt}(get1() * get1() + get2() * get2() + get3() * get3())$
 - **Ángulos**
 - **Ángulo**
 - *Real angulo(v: Vector3D)*
 - Devuelve el ángulo en radianes entre el vector actual y vector pasado como argumento.
 - $Ángulo(\vec{u}, \vec{v}) = \arccos\left(\frac{\vec{u} * \vec{v}}{\|\vec{u}\| * \|\vec{v}\|}\right)$
 - Precondición
 - $modulo() * v.modulo() > 0$
 - Postcondición
 - $valorDevuelto == \text{acos}(dotProduct(v) / (modulo() * v.modulo()))$
 - **Alfa**
 - *Real alfa()*
 - Calcula el ángulo del vector con el eje X
 - Pre:
 - $modulo() > 0$
 - Postcondición
 - $valorDevuelto == angulo(Vector3D(1,0,0))$
 - **Beta**
 - *Real beta()*
 - Calcula el ángulo del vector con el eje Y
 - pre:

- $modulo() > 0$
 - Postcondición
 - $valorDevuelto == angulo(Vector3D(0,1,0))$
- **Gamma**
 - *Real gamma()*
 - Calcula el ángulo del vector con el eje Z
 - Pre:
 - $modulo() > 0$
 - Postcondición:
 - $valorDevuelto == angulo(Vector3D(0,0,1))$
- **Producto escalar**
 - *Real dotProduct(v: Vector3D)*
 - Calcula el producto escalar.
 - $\vec{u} * \vec{v} = u_1 * v_1 + u_2 * v_2 + u_3 * v_3$
 - Postcondición
 - $valorDevuelto == get1() * v.get1() + get2() * v.get2() + get3() * v.get3()$
- **Producto vectorial**
 - *Vector3D crossProduct(v: Vector3D)*
 - Devuelve un Vector3D que es el resultado del producto vectorial de dos vectores
 - $\vec{u} \wedge \vec{v} = \vec{w} = w_1 \vec{i} + w_2 \vec{j} + w_3 \vec{k}$
 - donde
 - $w_1 = u_2 * v_3 - u_3 * v_2$
 - $w_2 = -u_1 * v_3 + u_3 * v_1$
 - $w_3 = u_1 * v_2 - u_2 * v_1$
 - Postcondición
 - El vector \vec{w} es perpendicular a los vectores \vec{u} y \vec{v}
 - $\vec{u} * \vec{w} = 0$
 - $dotProduct(valorDevuelto) == 0$
 - $\vec{v} * \vec{w} = 0$
 - $v.dotProduct(valorDevuelto) == 0$
 - El módulo de \vec{w} es igual al producto de los módulos de \vec{u} y \vec{v} por el seno del ángulo que forman
 - $|\vec{w}| = |\vec{u}| |\vec{v}| \sin(\alpha)$
 - $valorDevuelto.modulo() == modulo() * v.modulo() * sin(angulo(v))$
- **Producto mixto**
 - *Real productoMixto(v, w: Vector3D)*
 - Devuelve el resultado de calcular el producto escalar del vector actual con el vector obtenido al calcular el producto vectorial de otros dos vectores.
 - $productoMixto(\vec{u}, \vec{v}, \vec{w}) = \vec{u} * (\vec{v} \wedge \vec{w})$
 - Postcondición:
 - $valorDevuelto == dotProduct(crossProduct(v,w))$

- **Modificadores**

- **Operaciones de modificación de cada una de las componentes del vector**

- *set1(Real v)*
 - Asigna un nuevo valor “v” a la primera componente del vector.
 - Postcondición:
 - $get1() == v$
 - *set2(Real v)*
 - Asigna un nuevo valor “v” a la segunda componente del vector.
 - Postcondición
 - $get2() == v$
 - *set3(Real v)*
 - Asigna un nuevo valor “v” a la tercera componente del vector.
 - Postcondición
 - $get3() == v$

- **Operaciones de modificación de todas las componentes del vector**

- *sumConst(k: Real)*
 - Modifica el vector sumando una constante a cada componente
 - Postcondición
 - $(get1() == old.get1() + k)$
 $and (get2() == old.get2() + k)$
 $and (get3() == old.get3() + k)$
 - *donde “old” representa el vector original antes de ser modificado*
 - *sumVect(v: Vector3D)*
 - Modifica el vector sumando a cada componente la componente equivalente de otro vector.
 - Postcondición
 - $(get1() == old.get1() + v.get1())$
 $and (get2() == old.get2() + v.get2())$
 $and (get3() == old.get3() + v.get3())$
 - *multConst(k: Real)*
 - Modifica el vector multiplicando cada componente por una constante: escala el vector
 - Postcondición
 - $(get1() == old.get1() * k)$
 $and (get2() == old.get2() * k)$
 $and (get3() == old.get3() * k)$
 - *multVect(v: Vector3D)*
 - Modifica el vector multiplicando, por separado, cada componente por la componente de otro vector.
 - Postcondición
 - $(get1() == old.get1() * v.get1())$
 $and (get2() == old.get2() * v.get2())$
 $and (get3() == old.get3() * v.get3())$

- **Funciones de lectura y escritura**
 - *leerVector3D()*
 - Lee desde el teclado las componentes del vector
 - *escribirVector3D()*
 - Escribe por pantalla las componentes del vector con el formato:
 - (v_1, v_2, v_3)
- **Operadores**
 - Considérense los siguientes vectores para explicar los operadores
 - $\vec{u} = u_1 \vec{i} + u_2 \vec{j} + u_3 \vec{k} = (u_1, u_2, u_3)$
 - $\vec{v} = v_1 \vec{i} + v_2 \vec{j} + v_3 \vec{k} = (v_1, v_2, v_3)$
 - $\vec{w} = w_1 \vec{i} + w_2 \vec{j} + w_3 \vec{k} = (w_1, w_2, w_3)$
 - **Operador de igualdad**
 - $\vec{u} == \vec{v}$
 - Lógico operador $==$ (v : *Vector3D*)
 - Compara el vector actual con otro vector y comprueba si las componentes son iguales una a una.
 - Postcondición
 - $\text{valorDevuelto} == (\text{get1()} == v.\text{get1()})$
 $\text{and } (\text{get2()} == v.\text{get2()})$
 $\text{and } (\text{get3()} == v.\text{get3()})$
 - **Observación**
 - Se deberá utilizar una cota de error para tener en cuenta la precisión de los números reales.
 - **Operador de asignación**
 - *Vector3D operador =* (v : *Vector3D*)
 - Devuelve el vector actual que ha sido modificado con las componentes de otro vector.
 - $\vec{u} = \vec{v}$
 - Postcondición
 - $(\text{get1()} == v.\text{get1()})$
 $\text{and } (\text{get2()} == v.\text{get2()})$
 $\text{and } (\text{get3()} == v.\text{get3()})$
 - **Operador de suma “+”**
 - **Operador “+” binario**
 - *Vector3D operador +* (v : *Vector3D*)
 - Devuelve otro vector que es la suma del vector actual y el vector pasado como parámetro.
 - $\vec{u} + \vec{v} = (u_1 + v_1, u_2 + v_2, u_3 + v_3)$
 - Postcondición:
 - $(\text{valorDevuelto.get1()} == \text{get1()} + v.\text{get1()})$
 $\text{and } (\text{valorDevuelto.get2()} == \text{get2()} + v.\text{get2()})$
 $\text{and } (\text{valorDevuelto.get3()} == \text{get3()} + v.\text{get3()})$

- **Operador “+” unario**
 - *Vector3D operador + ()*
 - Devuelve otro vector que es una copia del vector actual.
 - $+\vec{v} = (v_1, v_2, v_3)$
 - Postcondición
 - $(\text{valorDevuelto.get1()} == \text{get1()})$
 $\text{and } (\text{valorDevuelto.get2()} == \text{get2()})$
 $\text{and } (\text{valorDevuelto.get3()} == \text{get3()})$
- **Operador de la resta “-”**
 - **Operador “-” binario**
 - *Vector3D operador - (v: Vector3D)*
 - Devuelve otro vector que es la diferencia entre el vector actual y el vector pasado como parámetro.
 - $\vec{u} - \vec{v} = (u_1 - v_1, u_2 - v_2, u_3 - v_3)$
 - Postcondición
 - $(\text{valorDevuelto.get1()} == \text{get1()} - v.\text{get1()})$
 $\text{and } (\text{valorDevuelto.get2()} == \text{get2()} - v.\text{get2()})$
 $\text{and } (\text{valorDevuelto.get3()} == \text{get3()} - v.\text{get3()})$
 - **Operador “-” unario**
 - *Vector3D operador - ()*
 - Devuelve otro vector que es el opuesto al vector actual.
 - $-\vec{v} = (-v_1, -v_2, -v_3)$
 - Postcondición
 - $(\text{valorDevuelto.get1()} == -\text{get1()})$
 $\text{and } (\text{valorDevuelto.get2()} == -\text{get2()})$
 $\text{and } (\text{valorDevuelto.get3()} == -\text{get3()})$
- **Producto “por un” número real “*”**
 - Sea k un número real
 - **Operador prefijo: $k * \text{vector}$**
 - Devuelve otro vector cuyas componentes se obtienen multiplicando por “ k ” las componentes del vector actual.
 - $k * \vec{v} = (k * v_1, k * v_2, k * v_3)$
 - **Observación**
 - Este operador se debe codificar en C++ como una función que **no** pertenece a la clase Vector3D
 - Véase su especificación más adelante.
 - **Operador postfijo: $\text{vector} * k$**
 - *Vector3D operador * (k: Real)*
 - Devuelve otro vector cuyas componentes se obtienen multiplicando por “ k ” las componentes del vector actual
 - $\vec{v} * k = (k * v_1, k * v_2, k * v_3)$
 - Postcondición
 - $(\text{valorDevuelto.get1()} == \text{get1()} * k)$
 $\text{and } (\text{valorDevuelto.get2()} == \text{get2()} * k)$
 $\text{and } (\text{valorDevuelto.get3()} == \text{get3()} * k)$

- **Producto escalar “*” de dos vectores**
 - *Real operador * (v: Vector3D)*
 - Devuelve el producto escalar de dos vectores.
 - $\vec{u} * \vec{v} = u_1 * v_1 + u_2 * v_2 + u_3 * v_3$
 - Postcondición
 - $valorDevuelto == get1() * v.get1() + get2() * v.get2() + get3() * v.get3()$
- **Producto vectorial “^” de dos vectores**
 - *Real operador ^ (v: Vector3D)*
 - Devuelve un Vector3D que es el resultado del producto vectorial de dos vectores
 - $\vec{u} \wedge \vec{v} = \vec{w} = w_1 \vec{i} + w_2 \vec{j} + w_3 \vec{k}$
 - donde
 - $w_1 = u_2 * v_3 - u_3 * v_2$
 - $w_2 = -u_1 * v_3 + u_3 * v_1$
 - $w_3 = u_1 * v_2 - u_2 * v_1$
 - Postcondición:
 - El vector \vec{w} es perpendicular a los vectores \vec{u} y \vec{v}
 - $\vec{u} * \vec{w} = 0$
 - $dotProduct(valorDevuelto) == 0$
 - $\vec{v} * \vec{w} = 0$
 - $v.dotProduct(valorDevuelto) == 0$
 - El módulo de \vec{w} es igual al producto de los módulos de \vec{u} y \vec{v} por el seno del ángulo que forman
 - $|\vec{w}| = |\vec{u}| |\vec{v}| \sin(\alpha)$
 - $valorDevuelto.modulo() == modulo() * v.modulo() * sin(angulo(v))$
- **Funciones externas a la clase Vector3D**
 - Funciones que utilizan un objeto de la clase **Vector3D**, pero que no pertenecen a la clase **Vector3D**
 - **Operador prefijo de producto por un número real: $k * vector$**
 - *Vector3D operator* (k: Real, v: Vector3D);*
 - Devuelve otro vector cuyas componentes se obtienen multiplicando por “k” las componentes del vector “objeto” pasado como parámetro
 - $k * \vec{v} = k * v_1 \vec{i} + k * v_2 \vec{j} + k * v_3 \vec{k} = (k * v_1, k * v_2, k * v_3)$
 - *Postcondición*
 - $(valorDevuelto.get1() == v.get1() * k)$
 $and (valorDevuelto.get2() == v.get2() * k)$
 $and (valorDevuelto.get3() == v.get3() * k)$
 - Prototipo de C++
 - *Vector3D & operator* (double k, Vector3D const & v);*

- **Sobrecarga del operador de entrada**
 - Lee desde el flujo de entrada las componentes del vector “v” separadas por espacios
 - Prototipo de C++
 - `istream &operator>>(istream &stream, Vector3D &v);`
- **Sobrecarga del operador de salida**
 - Escribe en el flujo de salida las componentes del vector “v” con el formato:
 - (v_1, v_2, v_3)
 - Prototipo de C++
 - `ostream &operator<<(ostream &stream, Vector3D const &v);`
- **Observaciones**
 - Duración de la práctica 1: tres sesiones de dos horas cada una.
 - **Plazo máximo de entrega**
 - **16:00 horas del lunes 5 de marzo de 2018**
 - Se proporciona un fichero comprimido denominado “practica-1-usuario.zip” con el enunciado de la práctica 1 y dos subdirectorios
 - version1
 - version2
 - En cada subdirectorio, se incluyen los siguientes ficheros:
 - makefile
 - make:
 - Compila el código y crea un programa ejecutable denominado “principal.exe” que permite probar la implementación de la clase Vector3D.
 - make ndebug:
 - Compila el código sin incluir los asertos de comprobación de las pre y postcondiciones
 - make doc:
 - Genera la documentación de doxygen
 - make clean:
 - Borra ficheros superfluos
 - Doxyfile:
 - Fichero de configuración de doxygen
 - macros.hpp:
 - Permite utilizar macros de pantalla
 - principal.cpp:
 - Programa de prueba de la clase Vector3D
 - funcionesAuxiliares.hpp y funcionesAuxiliares.cpp:
 - Prototipo y código de la función que muestra el menú del programa principal
 - Vector3D.hpp y Vector3D.cpp
 - Ficheros que permite implementar la clase Vector3D
 - Estos ficheros deben ser completados por cada estudiante
 - Al terminar la práctica, se deberá subir un fichero comprimido denominado “practica-1-usuario.zip”,
 - donde “usuario” es el login de cada estudiante.

- y que contenga los subdirectorios
 - version1
 - version2
 - **Observación**
 - Se debe usar el espacio de nombres de la asignatura: **ed**
- **Evaluación**
 - La calificación de la práctica se basará
 - en la calidad y completitud del trabajo realizado.
 - y en la **defensa presencial de cada estudiante.**
 - **Se valorará**
 - La correcta implementación de las **dos** versiones de la clase **Vector3D**
 - El correcto funcionamiento del programa principal propuesto como ejemplo.
 - La ampliación y mejora del menú del programa principal para añadir más opciones.
 - La documentación del código con doxygen.
 - La claridad del código.
 - El uso de macros de pantalla para mejorar la visualización de la información
 - **Y sobre todo**
 - Un profundo conocimiento de la práctica codificada.