HÁZI FELADAT

Programozás Alapjai 2

Feladatválasztás/Feladatspecifikácó

Zagyvai Péter
HDUEO8

2024.04.21

TARTALOM

1. Feladat:

Generikus Lista

Készítsen generikus duplán láncolt rendezett listát! A kulcsok közötti rendezettséget a szokásos relációs operátorokkal vizsgálja, amit szükség esetén specializál! Használjon strázsát a lista elején!

Valósítsa meg az összes értelmes műveletet operátor átdefiniálással (overload), de nem kell ragaszkodni az összes operátor átdefiniálásához! Legyen az osztálynak iterátora is! Legyen képes az objektum perzisztens viselkedésre!

Specifikáljon egy egyszerű tesztfeladatot, amiben fel tudja használni az elkészített adatszerkezetet! A tesztprogramot külön modulként fordított programmal oldja meg! A megoldáshoz ne használjon STL tárolót!

2. Specifikáció:

A feladat egy generikus lista elkészítése. A lista képes lista elemek tárolására, felvételére és az elemek lekérdezésére, elemek rendezésére.

2.1. Elem Felvétele

A listába új elem felvételére három mód áll rendelkezésre:
1.) Lista elejére vesszük fel az új elemet.
2.) Lista végére vesszük fel az új elemet.
3.) Lista egy adott helyére (index) vesszük fel az új elemet, azt csak akkor tudjuk megtenni, ha valid indexet adunk meg (0-nál nagyobb, lista méreténél nem nagyobb).

2.2. Elemek Elérése

Lista elemeit akár a [] operátorral vagy akár függvénnyel is elérhetjük. Mindkét esetben index megadásával tudjuk lekérni a kívánt elemet, illetve szintén mindkét esetben működik konstans tagokra is. (Csak valid indexelés esetén működik)

2.3. Iterátor

Lista elemei továbbá elérhető iterátorral is. Az iterátor képes:
1.) Előre/Hátra haladni, post- és pre-növelés/csökkentés operátorokkal.
2.) Lista elem perzisztens viselkedésére a „->” és „*” operátorokkal.
Továbbá az iterátor ad lehetőséget a lista bejárására.

2.4. Lista rendezése

A lista alapból nem tárolja rendezetten az elemeit (lista elemek felvételének módja miatt ez nem lehetséges), de ad lehetőséget a listaelemek rendezésére és a duplikált lista elemek törlésére is.

2.5. Lista elemeinek írása/olvasása

Mivel ez egy generikus lista, ezért az egyes fajta elemeket írni/olvasni nem lehet ugyanazzal a módszerrel. Írásról és olvasásról az egyes class-oknak kell gondoskodniuk. A tesztesetek során lesz példa egy egyszerű integer és egy összetett class (1 bool és 1 int) írására és olvasására.

3. Terv

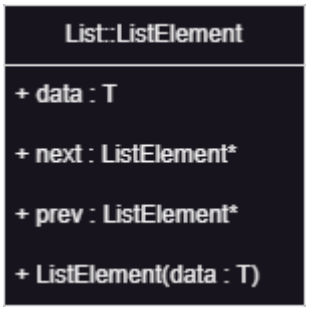
A feladat 4 class (Lista, Lista Elem, Iterátor, Teszt Class) és egy tesztprogram megtervezését igényli.

3.1. Objektum Modellek

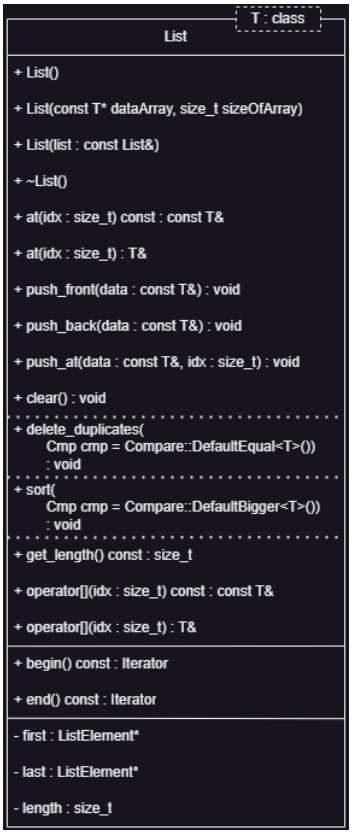
A lista alapjaiban generikus lista elemekből épül fel. (Az egyes algoritmusok a 3.2.-es részben találhatóak meg kifejtve.)

3.1.1. Lista Elem

A Lista Elem egy privát osztály a Lista namespace-en belül. Ebből kifolyólag a lista elemen belül nincs szükség az adattagok elrejtésére, ugyanis azok csak a lista osztály számára lesz elérhető, ezért minden adattag publikus. A lista elem tárolja az előző és következő lista elemet (azoknak a pointereit) és tárol egy generikus adattagot. Ha valamelyik pointer NULL értékre mutat, akkor az jelöli, hogy az adott elem vagy az első, vagy az utolsó. A lista elemek létrehozásáért a lista osztály felel, neki is kell beállítania a pointereit. Lista elemnek egyetlen konstruktora létezik, amely egy „T” generikus típust fogad el paraméterként, amire aztán inicializálja a megfelelő adattagot, míg pointereit NULL-ra állítja.



1.Ábra Lista Elem UML-diagram



2. Ábra: Lista UML-diagram

3.1.2. Lista

A lista lesz az a class, amit a felhasználók által is tudnak használni. A listából lehet objektumot készíteni és ezen az objektumon keresztül lehet majd új elemeket hozzáfűzni, meglévő elemeket törölni, teljes listát törölni és az egyéb műveleteket elvégezni.

A lista a char típusú stringeket automatikusan helyesen kezeli.

Lista által tárolt tagok:

A lista két „lista elemet” ér el közvetlenül. Az első és utolsó tagot. Ezeknek a mutatóit tárolja. (Azért van szükség mindkét tag tárolására, mert van lehetőség arra, hogy új elem felvételekor a lista elejére vagy végére fűzzük azt. Ezért szerencsétlen lenne mindig bejárni az egész listát, hogyha a „rossz” végére szeretnénk az új elemet felvenni.)

A lista továbbá tárol egy size_t típusú értéket, ami a lista hosszát tárolja. Konstruktor hívásakor ez 0 kezdőértéket kapja.

Lista függvényei:

Default konstruktor:
Minden pointert NULL-ra, hosszt 0-ra állít

Copy konstruktor:
Létrehoz egy másolatot a paramétreként átadott listáról.

List(const T* dataArray, size_t sizeOfArray) [Konstruktor]:
Létrehoz egy listát a paraméterben megadott tömbből

Destrukor:
Felszabadítja a listában tárolt lista elemeket.

T& at(size_t idx):
Visszaadja az első elemtől „idx” távolságra tárolt „T” generikus típusú adattag referenciáját. (Ugyanez a függvény definiálva van konstans adattípusra is.) Ha az index értéke a listán kívülre mutat, kivételt dob.

void push_front(const T& data):
A listában tárolt első elem elé helyezi el a paraméterként kapott új adattagot. (Ezzel az új adattag lesz az első elem.)

void push_back(const T& data):
Ugyan az, mint a push_front, csak a lista végére helyezi.

void push_at(const T& data, size_t idx):
Az első elemtől „idx” távolságra szúrja be az új adattagot. Ha az index értéke a lista lehetséges határain kívülre esne, kivételt dob.

void clear():
Végigfut a listaelemeken és törli azokat, majd a lista hosszát 0-ra állítja.

void delete_duplicates(Cmp cmp = Compare::DefaultEqual<T>()):
Végigfut a lista elemein és ha egy elemből többet is talál, akkor törli azokat. (Egy példányt meghagy.)
[cmp functor ellenőrzi, hogy a két adat megegyezik-e]
[DefaultEqual: megegyezik az egyenlőség vizsgáló operátorral (operator==())]

void sort(Cmp cmp = Compare::DefaultBigger):
Végigfut a listán és rendezi az elemeit növekvő sorrendbe.
[cmp functor alapján végzi a rendezést]
[DefaultBigger: megegyezik a „nagyobb mint” operátorral (operator>())]

size_t get_length() const:
Visszatér a listahosszával.

T& operator[](size_t idx):
Ugyan az, mint az at() függvény. (Ez is definiálva van konstans adattagokra is.)

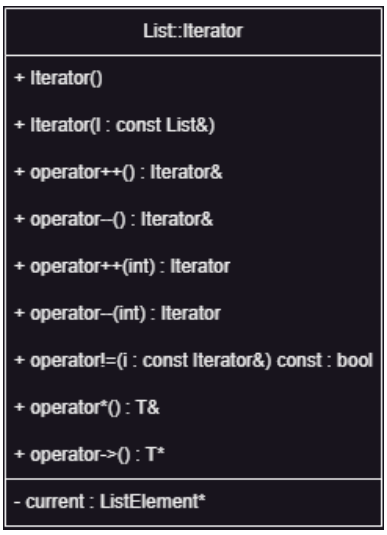
Iterator begin() const:
Visszatér a Lista elejére mutató iterátorral.

Iterator end() const:
Visszatér a lista végét jelző iterátorral.

3.1.3 Iterátor

Az iterátor egy olyan osztály, amit a lista namesapce-en belül érhetünk el. Célja a lista bejárása és az adattagok elérése.

Egy adatot tárol, ami mindig az éppen elérni kívánt lista elem mutatója. Ez a mutató közvetlen nem érhető el, a tárolt elem elérése kizárólag a definiált függvényekkel érhető el.



3. Ábra: Iterátor UML-diagram

Iterátor függvényei:

Default konstruktor:
A tárolt mutatót NULL-ra állítja.

Iterator(const List& l) [Ez is konstrukor]:
A tárolt mutatót a paraméterként kapott lista első elemére állítja.

Pre- növelő/csökkentő operátor:
Előre/Hátra lépteti az iterátort és visszatér az új értéket tároló iterátorral.

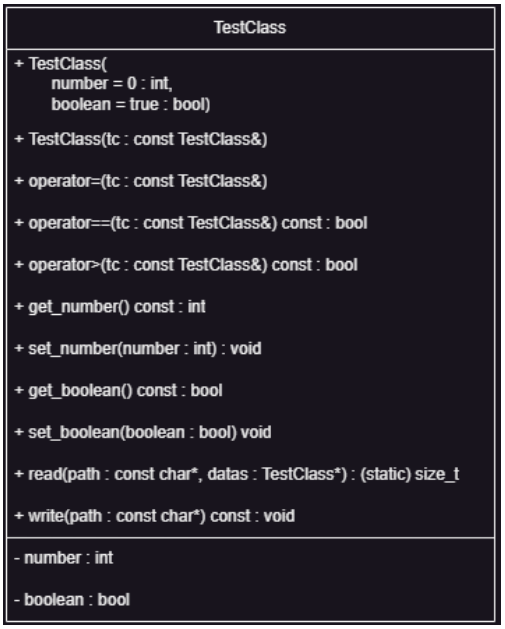
Post- növelő/csökkentő operátor:
Előre/Hátra lépteti az iterátort és visszatér a léptetés előtti iterátor másolatával.

bool operator!=(const Iterator& i) const:
Ellenőrzi, hogy a paramétereként kapott iterátorban tárolt mutató megegyezik-e saját maga által tárolt mutatóval. Ha nem akkor igazzal, egyéb esetben hamissal tár vissza.

T& operator*():
Visszatér a mutatóban tárolt generikus adattag referenciájával. Ha a pointer NULL-ra mutat, akkor kivételt dob.

T* operator->():
Visszatér a mutatóban tárolt generikus adattag mutatójával. Ha a pointer NULL-ra mutat, akkor kivételt dob.

3.1.4. Teszt Class



4. Ábra: Teszt Osztály UML-diagram

A Teszt Class-nak a feladata, hogy különböző teszteseteken keresztül be lehessen mutatni a lista működését. Nincs egyéb funkcionalitása a program működését tekintve.

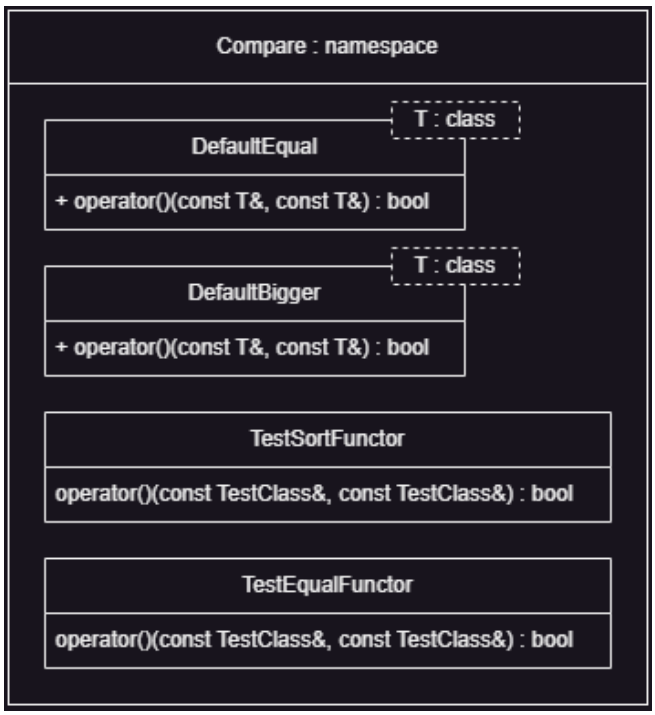
A Teszt Class továbbá képes io-műveleteket megvalósítani szöveges fájl formátumban.

Írás esetén:
Létrehoz egy fájlt, ha még nem létezett, vagy hozzáadja magát egy fájlhoz, ha az már létezett.

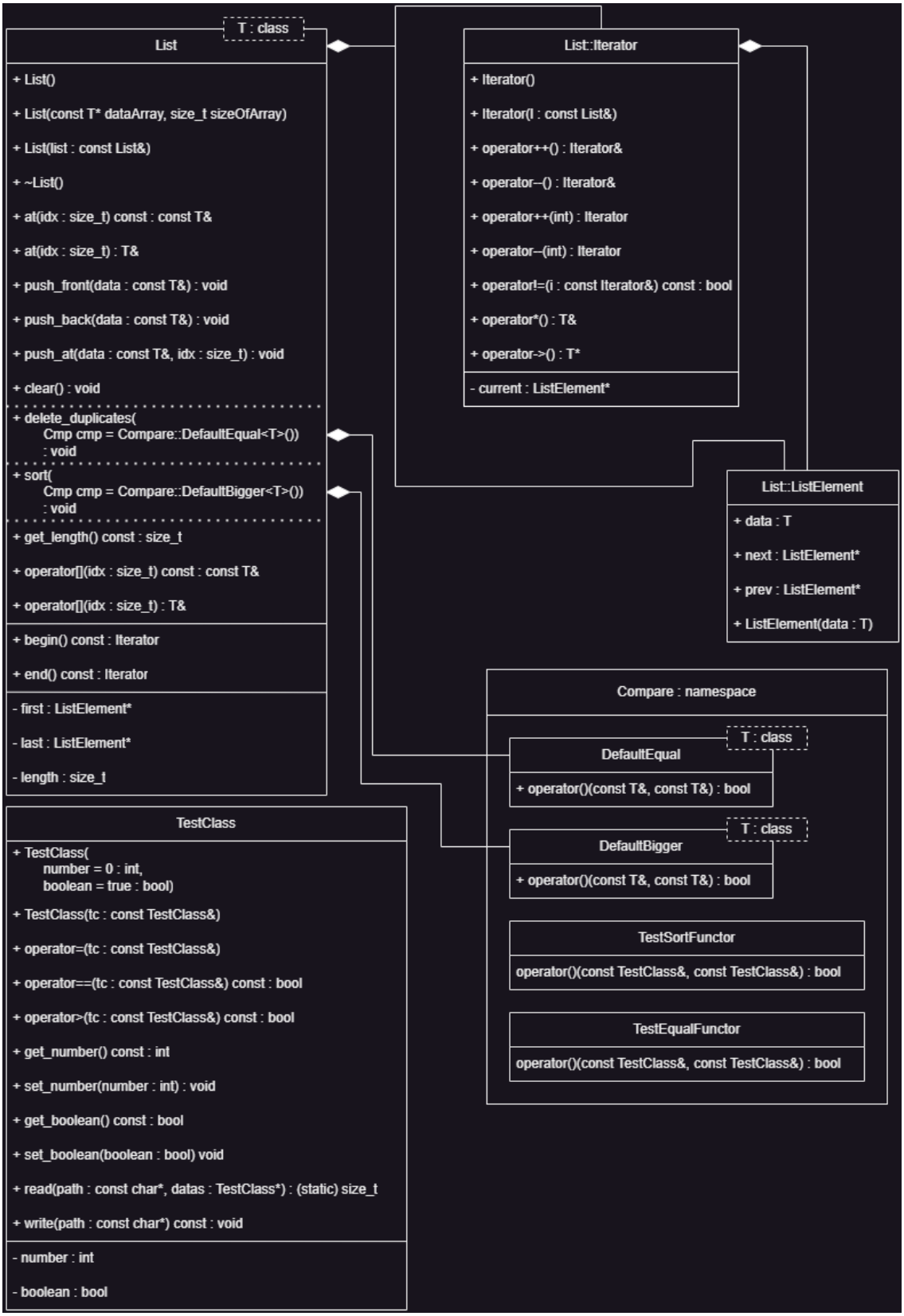
Olvasás esetén:
Ha a fájl megfelelően van szerkesztve, akkor a paraméterben megadott pointerre létrehoz egy tömböt, és visszatér a beolvasott fájlok mennyiségével.
(Hibásan szerkesztett fájl esetén kivételt dob)

3.1.5 Összehasonlító Functorok

A rendezéshez és a több megegyező példány törléséhez szükség van, hogy a lista elemeit összehasonlítsuk. Ehhez functorokat használhatunk. A házifeladatban 4 funcort készítettem el, amiből kettő a listához tartozik, általános összehasonlításokra (operator==(), operator>(), illetve ezek a char típusú stringekre specializálva), míg a másik kettő speciálisan a TestClass típusú objektumokat képes összehasonlítani.



3.1.6 Teljes UML-diagram



3.2 Algoritmusok

```
void List<T>::push_back(const T& newItem)
{
    ListElement* newElem = new ListElement(newItem);

    if (first == NULL)
    {
        first = newElem;
        last = first;
    }

    else
    {
        last->next = newElem;
        newElem->prev = last;

        last = newElem;
    }

    length++;
}
```

```
void List<T>::push_front(const T& newItem)
{
    if (first == NULL)
    {
        push_back(newItem);
        return;
    }

    ListElement* newElem = new ListElement(newItem);
    newElem->next = first;
    first->prev = newElem;

    first = newElem;
    length++;
}
```

```
void List<T>::push_at(const T& newItem , size_t idx)
{
    if(idx < 0 || idx > length)
        throw std::out_of_range("index can not be less than 0 or greater than the
current length");


    if(first == NULL || idx == length)
    {
        push_back(newItem);
        return;
    }

    if(idx == 0)
    {
        push_front(newItem);
        return;
    }

    ListElement* newElem = new ListElement(newItem);
    ListElement* prevNewElemIter = first;
    for (size_t i = 0; i < (idx - 1); i++)
    {
        prevNewElemIter = prevNewElemIter->next;
    }

    //Új elem beállítása
    newElem->prev = prevNewElemIter;
    newElem->next = prevNewElemIter->next;

    //Szomszédok beállítása:
    prevNewElemIter->next->prev = newElem;
    prevNewElemIter->next = newElem;

    length++;
}

void List<T>::clear()
{
    ListElement* iter = first;

    while (iter != NULL)
    {
        ListElement* tmp = iter;

        iter = iter->next;
        delete tmp;
    }

    first = NULL;
    last = NULL;
    length = 0;
}
```

```
void List<T>::swap(T& t1, T& t2)
{
    T tmp = t1;
    t1 = t2;
    t2 = tmp;
}

void List<T>::delete_duplicates(Cmp cmp)
{
    if (length <= 1) return; // Nem  lehet benne duplikáció

    ListElement* outer_iter = first;
    size_t outIndex = 0;

    while (outer_iter != NULL)
    {
        size_t deleteIdex = outIndex + 1;
        ListElement* inner_iter = outer_iter->next;

        while (inner_iter != NULL)
        {
            ListElement* tmp = inner_iter;
            inner_iter = inner_iter->next;

            if (cmp(tmp->data, outer_iter->data))
            {
                delete_at(deleteIdex);
            }

            deleteIdex++;
        }

        outIndex++;
        outer_iter = outer_iter->next;
    }
}

void List<T>::sort(Cmp cmp)
{
    for (size_t i = 0; i < length-1; i++)
    {
        bool swapped = false;
        for (size_t j = 0; j < length - i -1; j++)
        {
            if(cmp(at(j), at(j+1)))
            {
                swap(at(j), at(j+1));
                swapped = true;
            }
        }

        if (!swapped) break;
    }
}
```

```
T& List<T>::at(size_t index)
{
    if(first == NULL || length == 0)
        throw std::out_of_range("list has no members yet");
    if(index < 0 || index >= length)
        throw std::out_of_range("index can not be less than 0 or greater or equal to
the current length");

    ListElement* iter = first;
    for (size_t i = 0; i < index; i++)
    {
        iter = iter->next;
    }

    return iter->data;
}

List<T>::Iterator::Iterator() : current(NULL) {}

List<T>::Iterator::Iterator(const List& l) : current(l.first) {}

List<T>::Iterator& List<T>::Iterator::operator++()
{
    if(current == NULL) throw std::out_of_range("Iter run out of range");

    current = current->next;
    return *this;
}

List<T>::Iterator List<T>::Iterator::operator++(int)
{
    Iterator tmp = *this;
    operator++();
    return tmp;
}

T& List<T>::Iterator::operator*()
{
    if (current != NULL) return current->data;

    throw std::out_of_range("Iter pointing to NULL");
}

T* List<T>::Iterator::operator->()
{
    if (current != NULL) return &(current->data);

    throw std::out_of_range("Iter pointing to NULL");
}

bool Compare::DefaultBigger<T>::operator()(const T& t1, const T& t2)
{
    return t1 > t2;
}
```

```
inline bool Compare::DefaultBigger<const char*>::operator()(const char* c1, const char* c2)
{
    return strcmp(c1, c2) > 0;
}

bool Compare::DefaultEqual<T>::operator()(const T& t1, const T& t2)
{
    return t1 == t2;
}

inline bool Compare::DefaultBigger<char*>::operator()(char* c1, char* c2)
{
    return strcmp(c1, c2) > 0;
}

class TestSortFunctor
{
public:
    bool operator()(const TestClass& tc1, const TestClass& tc2);
};

class TestEqualFunctor
{
public:
    bool operator()(const TestClass& tc1, const TestClass& tc2);
};
```