Dzisiejszy wykład

- Klasa string
  - wersja prosta
  - wersja ze zliczaniem odwołań
- Wyjątki
- Specyfikator *volatile*
- Semafory

Klasa *string*

- Przetwarzanie tekstów jest powszechną dziedziną zastosowań komputerów
- W języku C i C++ brak prawdziwego wbudowanego typu łańcuchowego, char* jest trudny w użyciu i podatny na błędy

```
class mystring
{
  char *dane;
public:
  mystring ();
  ~mystring ();
  mystring (const char *s);
  unsigned int length () const;
  mystring (const mystring & src);
  mystring & operator= (const mystring & src);
  mystring & operator+= (const mystring & src);
  char operator[] (unsigned int i) const;
  char &operator[] (unsigned int i);
  friend ostream & operator<< (ostream & o, const mystring & s);
};
inline mystring operator+ (const mystring & s1, const mystring & s2);
```

Referencja

Brak referencji

Klasa *string* - konstruktor i lista inicjacyjna

- Bez użycia listy inicjacyjnej

```
 mystring ()
{
  dane = NULL;
};
```

- Z użyciem listy inicjacyjnej

```
mystring ():dane (NULL) {};
```

- W tym przypadku nie ma żadnej różnicy.
- Różnica pojawia się, jeżeli pola posiadają konstruktory
  - Bez listy inicjacyjnej: wywołany konstruktor bezparametrowy, a następnie operator przypisania
  - Z listą inicjacyjną: wywołany konstruktor z parametrem
- Zastosowanie inicjalizacji pól obiektowych klasy skraca program i przyspiesza jego wykonanie

Klasa *string* - operator +

- Specyfikator friend nie jest potrzebny, funkcja korzysta wyłącznie ze składowych publicznych klasy string
- Podczas zwracania wartości z funkcji zostanie użyty konstruktor kopiujący

```
inline mystring operator+ (const mystring & s1, const mystring & s2)
{
  mystring s (s1);
  return s += s2;
}
```

Klasa *string* - operator char*

- W klasie można zdefiniować operatory konwersji do innego typu
- Często użyteczne w przypadku wykorzystywania funkcji przyjmujących typy wbudowane w język (np. char*)

```
mystring::operator char*()
 {
   if(!dane)
   {
     dane=new char[1];
     dane[0]='\0';
   }
   return dane;
 };
```

- W klasie string mozliwość kolizji z operatorem indeksowania

```
mystring s;
s[0]='a'; //s.operator[](0) or (s.operator char*())[0] ?
```

Wyjątki

- Poprawny program sprawdza kody błędów

```
int fun()
{
//...
 fd=open("file",O_RDWR);
 if(fd==-1)
    return -1;
 if(read(fb,buffer,15)!=15)
    return -1;
 if(write(fd,buffer,4)!=4)
    return -1;
//...
  return 0;
}
```

- Sprawdzanie kodów błędów za każdym razem jest nużące i łatwo o nim zapomnieć
- W niektórych przypadkach trudno jest zwrócić kod błędu, np. *atoi()* może zwrócić dowolną liczbę całkowitą i nie ma wartości, która może sygnalizować błąd
- Zwracanie błędów z konstruktorów obiektów jest utrudnione

Wyjątki

- Język C++ dostarcza nowy mechanizm zgłaszania błędów: wyjątki

```
class myexception{};
void f1()
{
  if(...)
    throw myexception();
};
void f2()
{
  f1();
};
int main()
{
try {
  f2();
} catch(myexception&)
{
  cout << "myxception caught"<<endl;
}
  return 0;
};
```

Klasa wyjątku, umożliwiająca rozróżnienie błędów

Zgłoszenie błędu

Wykrycie błędu

Wyjątki

- Rozróżnienie błędów następuje na podstawie typu zgłaszanego wyjątku

```
class bad_index{};
class no_memory {};
void f1()
{
  if(...)
    throw bad_index();
  if(...)
   throw no_memory();
};
//...
try {
  f2();
} catch(bad_index&)
{
//...
} catch (no_memory&)
{
//...
}
```

- Operator new zgłasza wyjątek *bad_alloc* w przypadku braku pamięci

Wyjątki

- Podczas zgłaszania wyjątku wywoływane są destruktory wszystkich lokalnych obiektów na drodze od funkcji wywoływanej do wywołującej

```
#include <iostream>
using namespace std;
class myexception{};
class tester
{
  string name;
public:
  tester(const string& n): name(n)
  {
    cout<<name<<"()"<<endl;
  };
  ~tester()
  {
    cout<<"~"<<name<<"()"<<endl;
  };
};
```

```
void f1()
{
  tester f1("f1");
  throw myexception();
  cout << "Exiting f1"<<endl;
};

void f2()
{
  tester f2("f2");
  f1();
  cout << "Exiting f2"<<endl;
};

int main()
{
  tester main("main");
  f2();
  return 0;
};
```

Wyjątki

- Jeżeli nie ma odpowiedniej instrukcji *catch*, wykonywanie programu jest przerywane
- Możemy zmodyfikować klasę *string* tak, aby zgłaszała wyjątki

```
class mystring
{
  char *dane;
public:
  class index_out_of_range{};
//...
char operator[] (unsigned int i) const
{
  if (!dane)
    throw index_out_of_range();
  if (i >= strlen (dane))
    throw index_out_of_range();
  return dane[i];
}
};
```

Problemy z wyjątkami

- Nieuważne stosowanie wyjątków może prowadzić do wycieku zasobów lub niespójności danych

```
void fun()
{
 char* a = new char[1024];
 char* b = new char[1024];
 //...
 delete [] a;
 delete [] b;
};
```

Jeżeli *new* zgłosi wyjątek, obszar zaalokowany dla zmiennej *a* nie zostanie zwolniony

```
void fun()
{
 char* a = NULL, *b=NULL;
 try{
       a = new char[1024];
       b = new char[1024];
         //...
 } catch (...)
 {
 delete [] a;
 delete [] b;
   throw;
 }
 delete [] a;
 delete [] b;
};
```

Metoda naprawienia błędu, poprawna ale nie najlepsza

Problemy z wyjątkami

- Nieuważne stosowanie wyjątków może prowadzić do wycieku zasobów lub niespójności danych

```
mystring & operator=
              (const mystring & src)
 {
   if (this != &src)
     {
       delete[]dane;
       if (src.dane)
         {
           dane = new char
            [strlen(src.dane) + 1];
           strcpy (dane, src.dane);
         }
       else
         dane = 0;
     };
   return *this;
 }
```

Jeżeli *new* zgłosi wyjątek, zawartość łańcucha zostanie utracona, a *dane* będzie miała nieprawidłową wartość, co spowoduje problemy w destruktorze

```
mystring & operator=
              (const mystring & src)
 {
   if (this != &src)
     {
      char* nowedane;
      if (src.dane)
       {
         nowedane = new char
           [strlen (src.dane) + 1];
         strcpy (nowedane, src.dane);
       }
      else
        nowedane = 0;
      delete [] dane;
      dane=nowedane;
     };
   return *this;
 }
```

Poprawiona wersja nie niszczy łańcucha w przypadku braku pamięci

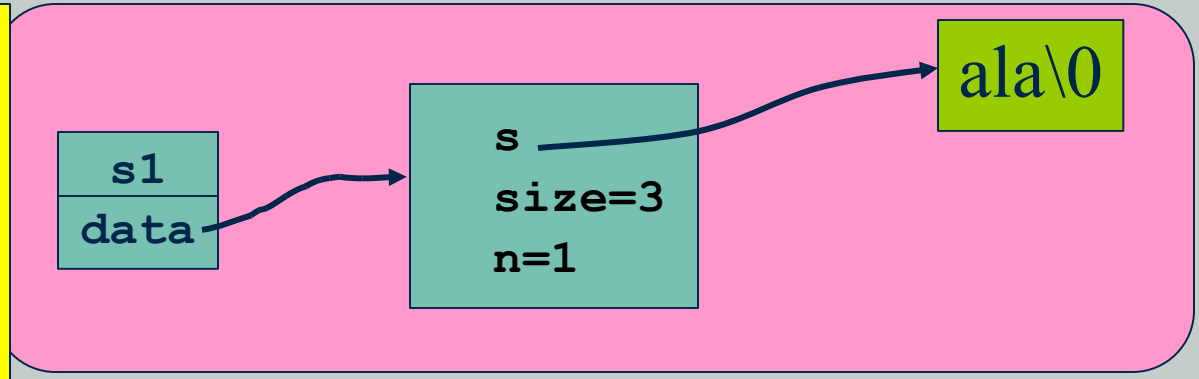
Klasa *string* - implementacja ze zliczaniem odwołań

- Kopiowanie łańcucha tekstowego jest operacją dość kosztowną
- Łańcuchy tekstowe często przesyłane są przez wartość
- Szukamy sposobu implementacji, która zmniejszy liczbę alokacji pamięci i kopiowań
- Rozwiązaniem jest zastosowanie zliczania odwołań

Klasa *string* - implementacja ze zliczaniem odwołań

- Klasa jest jedynie uchwytem - zawiera wskaźnik do rzeczywistej implementacji łańcucha

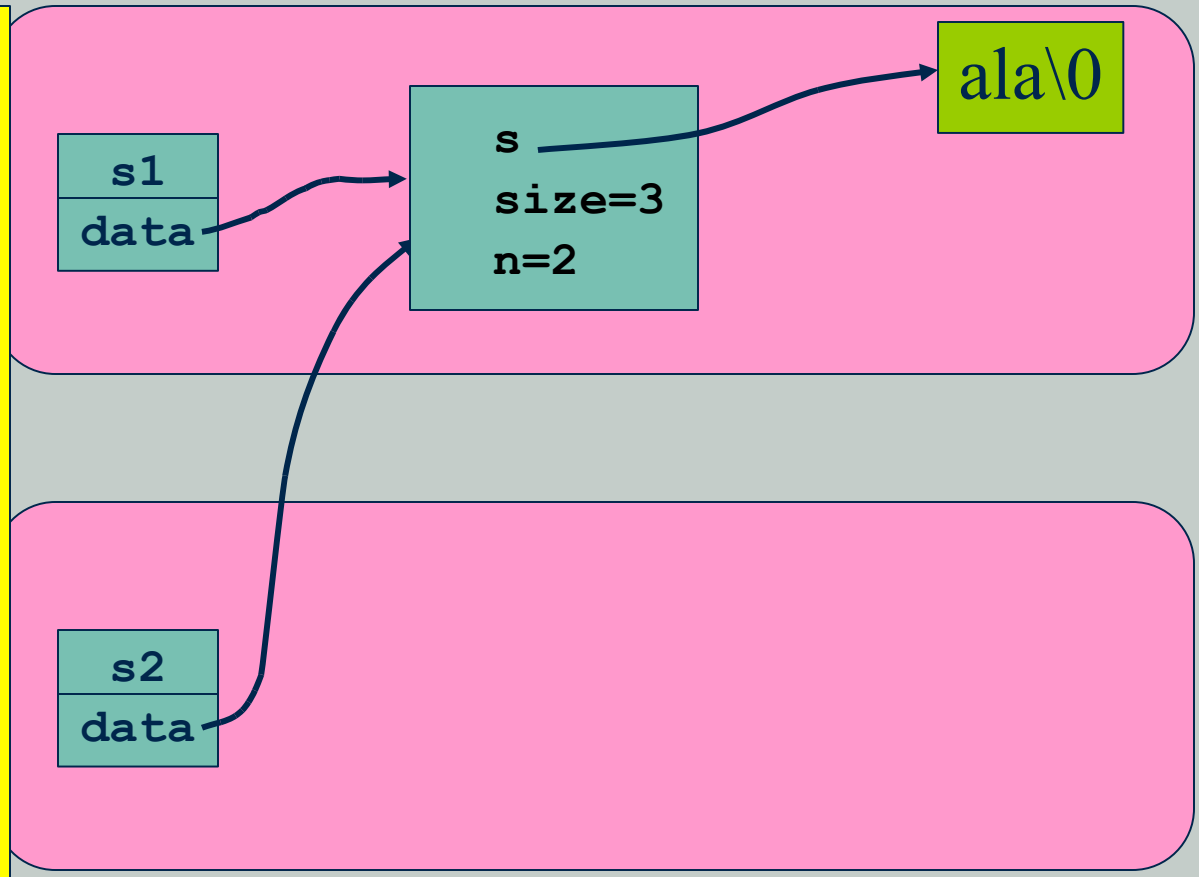
```
class string{
 struct rctext;
 rctext* data;
public:
 string(char* s);
 string& operator=
        (const string&);
 ~string();
 ...
};
struct string::rctext
{
 char* s;
 unsigned int size;
 unsigned int n;
 ...
};
string s1("ala");
```



Klasa *string* - implementacja ze zliczaniem odwołań

- Kopiowanie łańcucha kopiuje wskaźnik do wewnętrznej reprezentacji i zwiększa licznik odwołań

```
class string{
 struct rctext;
 rctext* data;
public:
 string(char* s);
 string& operator=
        (const string&);
 ~string();
 ...
};
struct string::rctext
{
 char* s;
 unsigned int size;
 unsigned int n;
 ...
};
string s1("ala");
string s2=s1;
```

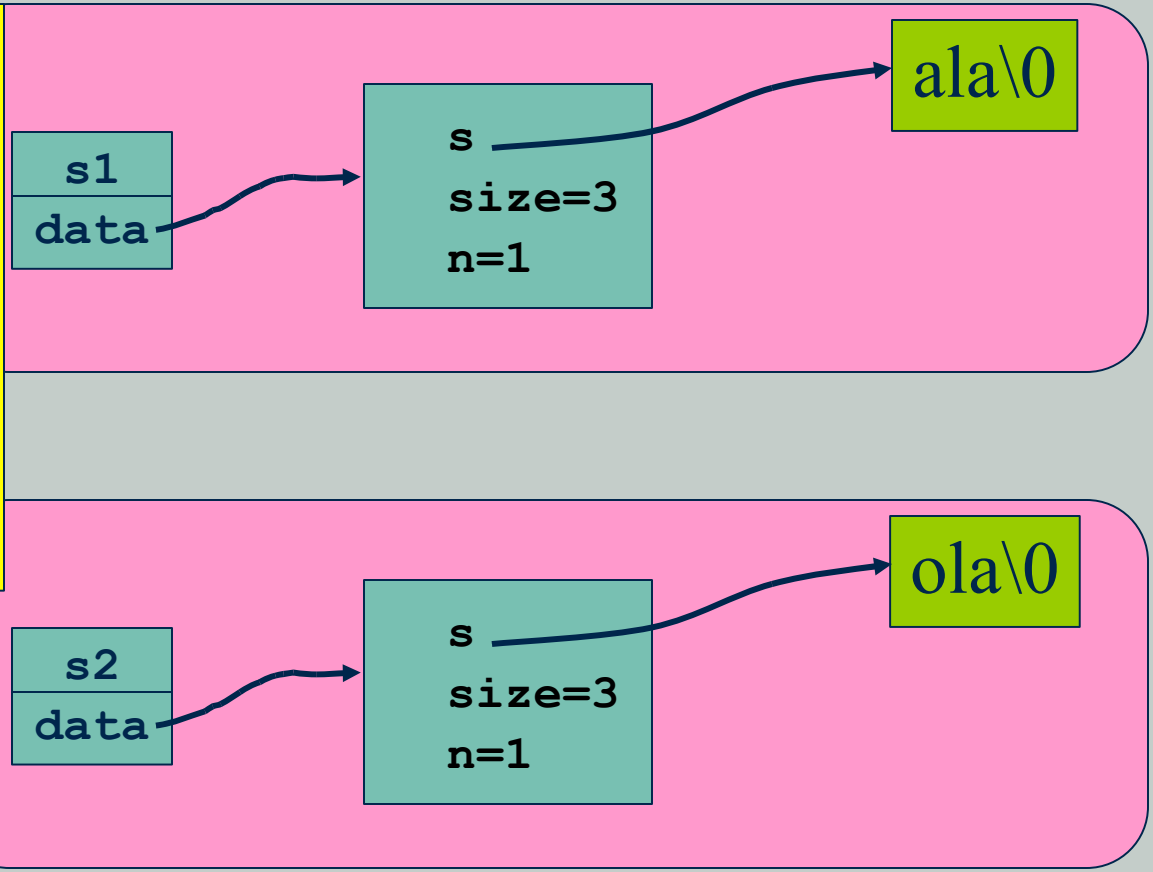


Klasa *string* - implementacja ze zliczaniem odwołań

- Modyfikacja jednej z kopii łańcucha powoduje rozdzielenie s1 i s2

```
class string{
public:
 char read
  (unsigned int i) const;
 void write
 (unsigned int i, char c);
 ...
};

string s1("ala");
string s2=s1;
s2.write(0,'o');
```



Klasa *string* - implementacja ze zliczaniem odwołań

- Chcemy, żeby operator indeksowania działał poprawnie dla zapisu i odczytu

```
class string{
  ...
};

string s1("ala");
string s2=s1;
char a=s2[0];
s2[0]='o';
```

- Nie chcemy, aby odczyt znaku powodował wykonanie kopii łańcucha
- Możemy to osiągnąć poprzez zwracanie przez operator indeksowania nie referencji do znaku, ale specjalnej klasy *Cref*

Klasa *string* - implementacja ze zliczaniem odwołań

- Klasa Cref zachowuje się jak char, ale umożliwia rozróżnienie pisania i czytania

```
class string{
public:
 string(char* s);
 string& operator=(const string&);
 ~string();
 void check(unsigned int i) const;
 Cref operator[](unsigned int i);
 char operator[](unsigned int i) const;
 char string::read(unsigned int i) const;
 void string::write(unsigned int i, char c){
  data = data->detach();
  data->s[i] = c;
 }
 ...
};

string::Cref
        string::operator[](unsigned int i)
{
 check(i);
 return Cref(*this,i);
};
```

```
class string::Cref
{
  friend class string;
  string& s;
  unsigned int i;
  Cref (string& ss, unsigned int ii)
    :s(ss), i(ii) {};
public:
  operator char() const
 {
    return s.read(i);
 }
  string::Cref& operator = (char c)
 {
    s.write(i,c);
    return *this;
 };
  string::Cref& operator = (const Cref& ref)

 {
    return operator= ((char)ref);
 };
};
```

rcstring i wielowątkowość

- Implementacja ze zliczaniem odwołań może powodować problemy w programach wielowątkowych

```
#include <stdio.h>
#include <pthread.h>
#include "rcstring.h"
rcstring s ("ala");
void * thread1 (void *p)
{
 for (unsigned int i = 0;
                 i < 100000; i++)
 {
       rcstring s1 (s);
 }
 pthread_exit (p);
}
void * thread2 (void *p)
{
 for (unsigned int i = 0;
                 i < 100000; i++)
 {
       rcstring s1 (s);
 }
 pthread_exit (p);
}
```

```
int main ()
{
 pthread_t t1;
 pthread_t t2;
 pthread_create (&t1, NULL, thread1, NULL);
 pthread_create (&t2, NULL, thread2, NULL);
 pthread_join (t1, (void **) &retval1);
 pthread_join (t2, (void **) &retval2);
 printf ("RefCount=%d\n", s.getRefCount ());
};
```

```
inline rcstring::rcstring(const rcstring& x)
{
 x.data->n++;
 data=x.data;
}
inline rcstring::~rcstring() {
 if(--data->n==0)
       delete data;
}
```

Dwa wątki mogą jednocześnie zmieniać wartość n

rcstring i wielowątkowość

- Operacja "n++" nie jest operacją niepodzielną
- Składa się z trzech faz:
  - Pobranie wartości z pamięci
  - Zwiększenie wartości
  - Wpisanie wartości do pamięci
- Te operacje mogą się przeplatać w kilku wątkach
- W efekcie zmienna ma niewłaściwą wartość końcową (zwiększenie o jeden, zamiast o dwa)

```
thread1: d0=n;
thread2: d0=n;
thread1: d0=d0+1;
thread2: d0=d0+1;
thread1: n=d0;
thread2: n=d0;
```

- Konieczność stosowania obiektów synchronizacyjnych (semaforów) lub specjalnych instrukcji asemblera

Specyfikator *volatile*

- Specyfikator *volatile* oznacza, że wartość zmiennej może zmieniać się poza kontrolą programu i w związku z tym zabrania optymalizacji odnoszących się do tej zmiennej (np. przechowywania w rejestrach)
- Używana, kiedy odwołania do zmiennej są odwołaniami do rejestrów urządzeń wejścia/wyjścia
- Niestety, nie pomoże nam w przypadku łańcucha ze zliczaniem odwołań

Specyfikator *volatile*

- Dodanie specyfikatora **`volatile`** spowoduje, że program zakończy się zgodnie z naszymi oczekiwaniami
- To jedynie ilustracja - użycie **`volatile`** do synchronizacji pamięci między wątkami nie jest poprawne

```
#include <stdio.h>
#include <pthread.h>
int val = 0;
void * fun1 (void *)
{
  val = 0;
  while (1)
    if (val != 0)
      break;
  printf ("wyszlismy z petli\n");
  pthread_exit (NULL);
}
int main ()
{
 pthread_t w;
 pthread_create
            (&w, NULL, fun1, NULL);
 val = 1;
 pthread_join (w, NULL);
};
```

```
#include <stdio.h>
#include <pthread.h>
volatile int val = 0;
void * fun1 (void *)
{
  val = 0;
  while (1)
    if (val != 0)
      break;
  printf ("wyszlismy z petli\n");
  pthread_exit (NULL);
}
int main ()
{
 pthread_t w;
 pthread_create
            (&w, NULL, fun1, NULL);
 val = 1;
 pthread_join (w, NULL);
};
```

Semafory

```
struct rcstring::rctext
{
  char *s;
  unsigned int size;
  unsigned int n;
  pthread_mutex_t mutex;
  rctext (unsigned int nsize,
                  const char *p)
  {
    n = 1;
    size = nsize;
    s = new char[size + 1];
    strncpy (s, p, size);
    s[size] = '\0';
    pthread_mutex_init
                (&mutex, NULL);
  };
  unsigned int AtomicIncrement()
  {
    pthread_mutex_lock(&mutex);
    unsigned int retval=n++;
    pthread_mutex_unlock(&mutex);
    return retval;
  };
  unsigned int AtomicDecrement()
  {
    pthread_mutex_lock(&mutex);
    unsigned int retval=n--;
    pthread_mutex_unlock(&mutex);
    return retval;
  };
  //...
};
```