KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Zaawansowane programowanie w języku C++
Zarządzanie pamięcią w C++

Prezentacja jest współfinansowana przez
Unię Europejską w ramach
Europejskiego Funduszu Społecznego w projekcie pt.

„Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń - zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej - zarządzanie Uczelnią, nowoczesna oferta edukacyjna i wzmacniania zdolności do zatrudniania osób niepełnosprawnych”

Prezentacja dystrybuowana jest bezpłatnie

Zarządzanie pamięcią

- Pamięć obok czasu procesora jest podstawowym zasobem systemów komputerowych
- Pamięć jest zasobem skończonym!
- Każdy program korzysta z pamięci

- Zarządzanie pamięcią:
  - Systemy mikroprocesorowe działające bez wsparcia ze strony systemu operacyjnego
  - Systemy komputerowe kontrolowane przez system operacyjny

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Komputery bez systemu operacyjnego

- Programista jest odpowiedzialny za zarządzanie całą dostępną w systemie pamięcią
- Konieczne jest zaplanowanie sposobu użycia pamięci – mapa pamięci
- Brak kontroli odwołań do pamięci
  - możliwość zmiany wartości dowolnej komórki pamięci
  - modyfikacja danych innych programów lub funkcji
- Szybkość systemu
- Bardzo trudne przenoszenie aplikacji na inną architekturę sprzętową lub nawet inną konfigurację (zmiana rozmiaru pamięci, jej typu itd.)

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Komputery z systemem operacyjnym

- System operacyjny zarządza dostępną pamięcią
  - programista prosi o jej przydzielenie dla aplikacji
- Programista nie skupia się (w większości) na fizycznej lokalizacji programów w pamięci
- Pełna kontrola odwołań do pamięci
  - programista może korzystać jedynie z przydzielonych przez system operacyjny bloków pamięci
- Dodatkowy narzut czasowy na zadania realizowane przez system operacyjny
- Aplikacja przenośna na poziomie API systemu operacyjnego lub bibliotek

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Wniosek

Jeżeli możemy to korzystamy z dobrodziejstw, które zapewnia nam system operacyjny.

Ale jego wybór to już całkiem inna sprawa ...

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Typ pamięci z punktu widzenia aplikacji

- Pamięć statyczna
  - przydzielana podczas uruchamiania aplikacji przez system operacyjny
  - jej minimalna wielkość obliczana jest podczas kompilacji
  - nie można jej zwiększyć w trakcie działania aplikacji (z punktu widzenia struktur danych)
  - realizowana jest jako stos (ang. stack)
- Pamięć dynamiczna
  - przydzielana jest przez system operacyjny dynamicznie podczas działania aplikacji
  - jej wielkość wyliczana jest w trakcie działania aplikacji
  - Realizowana jest jako sterta (ang. heap)

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Przydzielanie pamięci przez system operacyjny

- System operacyjny dzieli pamięć na strony (ang. pages)
  - strony to ciągłe obszary pamięci o ustalonej wielkości
  - system zazwyczaj dzieli całą pamięć na strony o równej wielkości (wyjątkiem są systemy operacyjne optymalizowane pod konkretne zastosowanie, np: bazy danych)
- Typowa wielkość strony to 4 kB (4096 B)
  - na architekturze x86 możliwe jest skorzystanie dodatkowo ze stron o rozmiarze 1, 2 i 4 MB
- Strona to nie tylko jednolity obszar pamięci przydzielany aplikacji ale także element polityki bezpieczeństwa systemu
- System operacyjny nie ma możliwości przydzielenia aplikacji mniejszej jednostki pamięci niż strona!

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Pamięć w C++

```
struct Complex
{
        float re;
        float img;
};
```


KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Pamięć statyczna w C++

```
int main()
{
        Complex a = {2, 3}, b = {-1, 2};
        ...
        return 0;
}
```


KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Pamięć dynamiczna w C++

```
int main()
{
        Complex *a, *b;
        a = new Complex;
        a->re = 2; a->img = 3;
        b = new Complex;
        b->re = -1; a->img = 2;
        ...
        return 0;
}
```


KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Najważniejsza zasada!

To co system łaskawie nam przydzielił zwracamy, gdy tylko tego już nie potrzebujemy!

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Pamięć dynamiczna w C++

```
int main()
{
        Complex *a, *b;
        a = new Complex;
        a->re = 2; a->img = 3;
        b = new Complex;
        b->re = -1; a->img = 2;
        …
        delete a;
        delete b;
        return 0;
}
```


KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Kiedy samemu zarządzać pamięcią w C++?

- Kiedy nie znamy rozmiaru wymaganej pamięci w trakcie kompilacji
  - rozmiar pamięci zależy od danych wejściowych
  - rozmiar pamięci jest wynikiem obliczeń wykonywanych w trakcie działania programu
  - ograniczony rozmiar stosu programu
- Kiedy tworzymy dane lub bufory współdzielone przez różne bloki programu (funkcje, obiekty, wątki)

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Wniosek

- Sterta jest pamięcią wspólną dla całego programu (a dokładnie procesu)

- Stos jest pamięcią skojarzoną z danym blokiem programu (funkcją, metodą, wątkiem)

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Operator new

- Słowo kluczowe new jest operatorem, a nie funkcją (podobnie jak inne operatory języka C++: +, /, && itd.)
- Zadaniem operatora new jest przydzielenie pamięci dynamicznej (sterty) dla obiektu (struktury danych) przekazanego jako argument
- Operator new zwraca wskaźnik do przydzielonego obszaru pamięci
- Operator new do przydzielenia pamięci korzysta z wywołań systemu operacyjnego
- Operator new nie gwarantuje, że pamięć o którą prosimy będzie przydzielona!
  - wartość NULL
  - Wyjątek bad_alloc

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Definicja operatora new

Nie idziemy na łatwiznę :)

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Operator delete

- Pozwala na dealokację przydzielonej przez operator new pamięci
- Operator delete sprawdza czy przekazany argument (adres) nie jest równy NULL
- Operator delete nie ustawia przekazanego jako argument wskaźnika na wartość NULL po zwolnieniu pamięci
- Operator delete zawsze wykona się prawidłowo (nie zwraca błędu i nie generuje wyjątku)

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Definicja operatora delete

Nie idziemy na łatwiznę :)

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Pamięć dynamiczna w C++ - tablice

```
int main()
{
        Complex *a;
        a = new Complex[100];
        …
        std::cout << a[20].img << std::endl;
        …
        delete[ ] a;
        return 0;
}
```


KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Definicja operatora new[ ]

Nie idziemy na łatwiznę :)

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Definicja operatora delete[ ]

Nie idziemy na łatwiznę :)

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Operator placement new

```
#include<new>


int main()
{
    unsigned long *buffer = new unsigned long[100];
    Complex *p = new( buffer ) Complex;
    ...
    delete[] buffer;
    return 0;
}
```


KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Definicja operatora placement new

Nie idziemy na łatwiznę :)

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Zagadka

```
char tab[10];
int i = 2;

tab[i] = 1;
i[tab] = 1;
```


KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Zaawansowane programowanie w języku C++
Zarządzanie pamięcią w C++

Prezentacja jest współfinansowana przez
Unię Europejską w ramach
Europejskiego Funduszu Społecznego w projekcie pt.

„Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń - zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej - zarządzanie Uczelnią, nowoczesna oferta edukacyjna i wzmacniania zdolności do zatrudniania osób niepełnosprawnych”

Prezentacja dystrybuowana jest bezpłatnie