

Laboratorium zaawansowanych metod programowania obiektowego

Laboratorium 1

Zapoznanie z programem laboratorium, sposobem oceny ćwiczeń, szkolenie BHP. Zapoznanie ze środowiskiem programistycznym.

Zasady zaliczenia.

1. Na zajęciach oceniane są zmiany w programach oraz sam kod przygotowany wcześniej. Treść zmian jest podawana na zajęciach indywidualnie dla grupy.
2. Listy zadań są zadawane z wyprzedzeniem. Na każde kolejne zajęcia należy przynieść z samodzielnie przygotowaną listą.
3. Skala ocen z zajęć jest od 0 do 5,5. Ocena końcowa to średnia arytmetyczna z 7 list. Nieoddanie listy jest równoznaczne z 0 punktów za nią.
4. Ocenę z listy można poprawiać w ciągu 2 tygodni kalendarzowych od zajęć na których obowiązuje.
5. Na zajęciach dopuszczalna jest 1 nieusprawiedliwiona nieobecność która nie zwalnia od oddania listy. Każda kolejna nieobecność wymaga usprawiedliwienia lekarskiego, lub (w szczególnych przypadkach) od pracownika uczelni lub władz organizacji studenckiej¹.
6. Zajęcia można odrabiać w innych grupach u tego samego prowadzącego, pod warunkiem, że jest miejsce w sali i jest to wcześniej uzgodnione.

Przydatne informacje.

Statyczna analiza kodu służy do sprawdzania „na sucho” czy napisany kod programu jest zgodny z dobrymi praktykami i do wyłapywania podstawowych i bardziej skomplikowanych błędów. Darmowymi narzędziami, które warto polecić są: CPPCheck i CLang Static Analyzer. Są to proste narzędzia, z którymi warto się zapoznać w celu samodoskonalenia i poprawy jakości własnego kodu.

¹Dotyczy jedynie działalności na rzecz uczelni wykraczającej po za zwykły tok studiów i jest dopuszczalna jednorazowo.

Laboratorium zaawansowanych metod programowania obiektowego

Laboratorium 2

Elementarne konstrukcje składniowe C++, wykorzystanie we/wy konsolowego.

Zadanie 1. Wielki Cplus postanowił z informatyzować swoją krainę. W pierwszym kroku zatrudnił zespół niestrudzonych informatyków i poprosił ich o zrealizowanie paru zadań. Na początek mieli sporządzić statystyki wieku mieszkańców według miejscowości. Po naradzie zespół specjalistów ustalił, że najrozsądniej będzie rozesłać taki sam program do każdej wioski i na miejscu policzyć statystyki, które potem zostaną odesłane.

Napisz program który:

1. nie wykorzystuje tablic,
2. wypisze proste instrukcje osobie wprowadzającej dane,
3. zapyta o nazwę miejscowości w której jest uruchomiony,
4. zapyta o liczbę mieszkańców,
5. zapyta o wiek każdego mieszkańca (wg numeru 1, 2, 3...),
6. wyświetli wiek najmłodszej osoby, najstarszej i średni,
7. wykorzystuje pętlę `for` oraz `std::cin`, `std::cout`.

Zadanie 2. Po wdrożeniu nowego systemu szybko się okazało, że określenie z góry liczby mieszkańców jest niewygodne. Dlatego podjęto decyzję, że programy należy tak zmodyfikować, żeby nie pytały o liczbę mieszkańców.

Skopiuj program z zadania pierwszego i w nim:

1. zmień pętlę `for` na `do...while` lub `while`,
2. zastąp jednorazowe pytanie o liczbę mieszkańców na pytanie, czy jest następna osoba do wprowadzenia pokazujące się za każdym razem po wprowadzeniu wieku.

Zadanie 3. System działa wyśmienicie. Po dłuższej analizie statystycy zwrócili się z prośbą o rozgraniczenie wieku na płeć. Zespół specjalistów opracował nowe rozwiązanie, które niedługo zostanie wdrożone.

Skopiuj program z zadania drugiego i w nim:

1. dodaj obsługę płci. Określ je z góry i pytaj każdą osobę o płeć i wiek,
2. dostosuj końcowe statystyki do podziału na płci.

Laboratorium zaawansowanych metod programowania obiektowego

Laboratorium 3

Definiowanie klas w C++.

Zadanie 1. Wielki Cplus niedługo będzie gościł delegację z zagranicy. Podczas wizyty władca chce pochwalić się nowinkami technicznymi które są dostępne dzięki cyfryzacji kraju. Dlatego wymyślił, że podczas gry w chińczyka zamiast kostki gracze będą używać komputera. Więc zlecił niestrudżonym informatykom zrobienie odpowiedniego generatora. Programiści po dłuższej analizie problemu postanowili zaimplementować prostą wersję generatora liczb pseudolosowych Blum Blum Shub. W celu zainicjowania algorytmu należy wybrać 2 liczby pierwsze które przy dzieleniu przez 4 dają resztę trzy² i je wymnożyć. Dodatkowo trzeba wybrać liczę początkową którą może być aktualny czas w sekundach modulo ww. iloczyn³. Iloczyn oznaczmy jako M a bieżący stan jako x . Losowanie kolejnego stanu można zapisać wzorem: $x_{i+1} = (x_i)^2 \bmod M$, czyli reszta z dzielenia kwadratu poprzedniego stanu przez iloczyn znalezionych liczb pierwszych.

Napisz program który:

1. posiada klasę **BBS** która:
 - zawiera implementację ww. generatora na typach całkowitych,
 - posiada 2 konstruktory - domyślny który inicjuje generator od 0, i z dwoma parametrami (x i M),
 - metodę liczącą i zwracającą kolejny stan,
 - zachowuje regułę, że liczba w `int`cie podniesiona do kwadratu może być 2 razy większa - wykorzystaj odpowiednie typy;
2. zawiera pętlę główną, w której losuje liczby z zakresu od 0 do wartości podanej przez użytkownika,
3. pyta czy wylosować kolejną liczbę.

Zadanie 2. Podczas gry wielki Cplus ciągle wygrywał, przez co zarzucono mu stronniczość algorytmu. Władca postanowił udowodnić poprawność działania programu losującego, więc zlecił niestrudżonym informatykom przeprowadzenie analizy i wykazanie poprawności. Zespół specjalistów postanowił zrobić najprostsze testy: liczby wystąpień poszczegółnej wartości i entropię⁴.

Napisz program który:

1. korzysta z klasy **BBS** z poprzedniego zadania,
2. implementuje klasę **Stats** która:
 - (a) zawiera tablicę do zliczania ile razy dana wartość wystąpiła ($\text{max} = 256$),
 - (b) zawiera metody do zliczania liczny wystąpień danej wartości i liczby wszystkich wartości,
 - (c) zawiera metodę liczącą entropię,
 - (d) zawiera metodę wyświetlającą statystyki;
3. posiada testy generatora BBS wykorzystując klasę **Stats**, z zakresem liczb 0-255 (1 bajt).

²dwa najmłodsze bity są ustawione na 1, czyli np. ($\text{liczba} \& 3 == 3$)

³można to uzyskać funkcją `time(NULL)` z biblioteki `time.h`

⁴wg definicji teorii informacji

Laboratorium zaawansowanych metod programowania obiektowego

Laboratorium 4

Definiowanie klas w C++, dziedziczenie, polimorfizm.

Zadanie 1. W krainie rządzi dalej wielki Cplus. Jego zespół programistów dostał kolejne zadanie polegające na zbadaniu zachowań pewnej grupy zwierząt. Programiści postanowili na początku zbudować model przedstawiający systematykę gatunkową. Zwierzęta które są brane pod uwagę dzielą się na 2 grupy samolubne i spółlubne. Samolubne różnią się od spółlubnych sposobem dobierania się w pary. Do samolubnych zaliczamy Aki, Eki i Iki. Dla wygody oznaczamy je literami odpowiednio A, E oraz I. Ich cechy charakterystyczne, to wiek, wzrost i gęstość futra. Spółlubne to Bka, Dka i Zeka, oznaczane odpowiednio B, D oraz Z. Ich cechy charakterystyczne to wiek, grubość pancerza i długość pazurów.

Napisz program który:

1. zawiera klasę abstrakcyjną `Zwierzeta`, która:
 - zawiera 1 konstruktor z parametrem, który jest imieniem zwierzęta.
 - zawiera metodę wirtualną, abstrakcyjną: `virtual bool CzySamolubne() = 0;`, która określa czy gatunek to samolub.
 - zawiera pole prywatne z imieniem zwierzęta,
 - zawiera getter do pobierania imienia,
 - dziedziczą po niej dwie klasy: `Samoluby` i `Spolluby`;
2. klasy `Samoluby` i `Spolluby` nie mogą być abstrakcyjne, mają zawierać cechy charakterystyczne oraz zestaw getterów, w tym zwracający literę identyfikującą podgatunek (A, E, I lub B, D, Z);
3. obie ww. klasy muszą dziedziczyć po klasie `Zwierzeta`;
4. napisz proste sprawdzenie zachowanie klas.

Zadanie 2. Po dalszej analizie, burzliwej dyskusji i stadzie argumentów programiści postanowili zmodyfikować interfejs. Postanowiono wykorzystać enumeracje. Skopiuj program z zadania pierwszego i w nim:

1. dodaj interfejs który zwraca enumerację identyfikującą podgatunek,
2. dodaj kolejne testy sprawdzające zachowanie się klas.

Laboratorium zaawansowanych metod programowania obiektowego

Laboratorium 5

Wskaźniki, przeciążanie operatorów.

Zadanie 1. Wielki Cplus postanowił zorganizować konkurs recytatorski. Do finałów dostała się garstka zawodników, ale wszyscy byli tak dobrzy, że ciężko było wyłonić zwycięzców. Dlatego władca postanowił zaostriżyć reguły. Recytacja może się odbywać nie tylko po całym wierszu, ale również po słowie, czy wersie. Dodatkowo narzucono możliwość recytacji w tył. Przygotowano również specjalny zbiór do nauki, do składu którego dodano prozę. W celu uproszczenia weryfikacji kandydatów poproszono niestrudzonych informatyków o pomoc.

Napisz program który:

1. Ładuje plik tekstowy do pamięci⁵;
2. Umożliwia poruszanie się po wczytanym pliku po wersie lub słowie, zarówno do przodu, jak i do tyłu;
3. Plik jest przechowywany w ciągu znaków w „stylu C”, tzn. należy użyć wskaźników (`char *`) i nie wolno używać klasy `std::string` lub innej metody przechowywania znaków;
4. Należy wykorzystać dynamiczną alokację pamięci i pamiętać o zwolnieniu przydzielonej pamięci;
5. Program ma posiadać interaktywny (tekstowy) interfejs użytkownika;
6. Kod musi być prawidłowo podzielony na pliki nagłówkowe i źródłowe.

Zadanie 2. W czasie trwania konkursu okazało się, że liczenie punktów jest problematyczne. Okazuje się, że punkty są zapisywane w postaci liczb wymiernych i potem przeliczane. W związku z powstałymi problemami poproszono zespół informatyków o pomoc.

Napisz program który:

1. Implementuje liczby wymierne w klasie (polami mają być np. para `int`ów);
2. Klasa musi mieć przeciążone operatory dodawania, odejmowania, mnożenia, dzielenia, równości, większe niż, i mniejsze niż, przypisania;
3. W klasie musi być konstruktor kopiujący;
4. W klasie należy użyć metody do skracania wartości (np. z wykorzystaniem NWD, lub rozkładem na czynniki pierwsze);
5. Napisać zbiór testów, lub interaktywny interfejs pozwalające zweryfikować działanie programu;
6. Nie wolno używać typów zmiennoprzecinkowych - w szczególności zgodnych IEEE-754 i pochodnych;
7. Kod musi być prawidłowo podzielony na pliki nagłówkowe i źródłowe.

⁵Przykładowe pliki można pobrać np. [textthttps://www.gutenberg.org/](https://www.gutenberg.org/).

Laboratorium zaawansowanych metod programowania obiektowego

Laboratorium 6

Klasy i metody szablonowe

Zadanie 1. Kraina wielkiego Cplusa nadal się rozwija gospodarczo i technologicznie. Od jakiegoś czasu jednak pojawiają się problemy z ilością obliczeń związanych z bardziej zaawansowanymi zagadnieniami z fizyki. Grupa naukowców i praktyków zwróciła się z prośbą o wsparcie ze strony informatyków w celu przyspieszenia swoich badań. Po przeanalizowaniu problemu okazało się, że wydajność ma znaczenie szczególnie przy obliczaniu iloczynów macierzy kwadratowych.

Napisz program który:

1. Implementuje szablonową klasę macierzy kwadratowej (gęstej). Szablon ma być specjalizowany typem skalarów z których składa się macierz.
2. Implementuje metodę mnożenia 2 macierzy.
3. Zawiera testy z mnożenia losowych macierzy rzędy np. 1000 na 1000 z pomiarem czasu (np. w milisekundach).
4. Umożliwia porównanie wyników (wartości i czasów) z mnożenia na typach `float` i `double`.

Zadanie 2. Po wielodniowych żmudnych obliczeniach okazało się, że wyniki są dobre, ale trochę za wolno się liczą. Dlatego grupa naukowców postanowiła poprosić informatyków o próbę przyspieszenia kodu. Po analizie przedstawiono pomysł, żeby zaimplementować typy stałoprzecinkowe i przy ich użyciu dokonywać obliczeń.

Napisz program który:

1. Implementuje szablonową klasę liczy stałoprzecinkowej. Liczba stałoprzecinkowa ma być przechowywana w typie całkowitoliczbowym⁶ i parametrem szablonu ma być dokładność obliczeń⁷.
2. Implementacja ma umożliwiać używanie nowego typu tak samo jak `double` - mają być przeciążone operatory: dodawania, odejmowania, mnożenia, dzielenia, dodawania z przypisaniem (`+=`), odejmowania z przypisaniem (`-=`), mnożenia z przypisaniem (`*=`), dzielenia z przypisaniem (`/=`) itd...
3. Podczas mnożenia i dzielenia należy pamiętać o (poprawnej) korekcji wyników!
4. Gotową klasą należy specjalizować klasę macierzy kwadratowej z poprzedniego działania i porównać czasy obliczeń dla różnej dokładności (np, 2, 3 i 4 miejsca po przecinku).

⁶`int` lub `long`

⁷Dla uproszczenia przyjąć, że różne dokładności nie będą mieszane w tych samych uruchomieniach, ale podczas kolejnej kompilacji mogą być ustalone inne

Laboratorium zaawansowanych metod programowania obiektowego

Laboratorium 7

Porównanie wydajności C++ i Java

Zadanie 1. Od jakiegoś czasu w krainie Wielkiego Cplusa pojawił się dziwny niepokój. Wśród mieszkańców pojawiły się plotki o jakiś postulatach, których nikt nie rozumie. Władca postanowił przyjrzeć się sprawie, zanim wymknie się spod kontroli. Wysłał swoich szpiegów na rozeznanie. Po powrocie, szpiedzy przedstawili problem. Okazało się, że za wszystkim stoi władca stosunkowo nowej krainy kawowej. Ludziom jest wmawiane, że kraina kawowa jest bardziej otwarta na różne poglądy, głoszone przez władcę prawo jest prostsze i mniej w nim niedomówień, a to wszystko bez wyraźnej utraty na czasie reakcji władcy na pojawiające się problemy. Gdy wielki Cplus to usłyszał - wpadł w szal. Postanowił przekonać ludzi, że rozwiązania stosowane przez niego są dobre i nie wymagają korekty. Władca kazał zorganizować konkurs, w którym zmierzy się reprezentacja jego zespołu programistów, z zespołem „konkurencji”. Zadanie konkursowe miało polegać na zbudowaniu słownika wyrazów występujących w tekstach.

Napisz 2 programy (jeden w C++ i drugi w Java) które (oba):

1. Budują listę słów występujących w tekstach (j. angielski)
2. Najpierw wczytuje cały plik do RAMu⁸
3. W drugim etapie buduje listę występujących słów (bez powtórzeń!)
4. Zliczają czasy obu etapów
5. Dodatkowym atutem będzie optymalizacja

⁸C++, np: `std::string + std::istream`; Java, np: `ByteArrayOutputStream + String + Scanner`

Laboratorium zaawansowanych metod programowania obiektowego

Laboratorium 8

Wybrane problemy optymalizacji przetwarzania danych

Zadanie 1. Pewnej burzowej nocy, Wielki Cplus miał koszmar. Śniło mu się, że uporządkowane zbiory danych liczą się szybciej, niż całkowicie losowe. Ponieważ trapiło go to od jakiegoś czasu - kazał to sprawdzić.

Napisz program który:

1. Losuje (np.) 1mln liczb naturalnych i umieszcza je w wektorze,
2. Zlicza w jednej pętli ile liczb jest mniejszych niż `RAND_MAX / 2` a ile większych niż `RAND_MAX / 4 * 3`,
3. Sortuje wektor z liczbami⁹,
4. Ponownie wykonuję te same zliczanie co w punkcie #2,
5. W obu zliczaniach (#2 i #4) mierzy (dokładnie) czas działania pętli,
6. Nie wykorzystuje iteratorów (!).

Zadanie 2. Kolejna burza - kolejny koszmar. Tym razem władcy śniły się referencje i konstruktory kopiujące, co było kolejnym wyzwaniem dla jego super programistów.

Napisz program który:

1. Zawiera funkcje do konwersji `unsigned int` do `std::string` (jako liczba szesnastkowa) i w drugą stronę w 2 wersjach: z przekazywaniem `std::string` jako referencja i przez wartość (bez referencji).
2. Zawiera 2 pętle, z których każda konwertuje liczby od 0 do 10000 do postaci szesnastkowej, z powrotem i porównuje wyniki (bez wyświetlania na ekran) - mają się różnić tylko zestawem z #1: jedna pętla korzysta z referencji, druga nie.
3. Porównuje czasy dla obydwu przypadków.

⁹dobrze wykorzystać `std::sort` z `algorithm`

Laboratorium zaawansowanych metod programowania obiektowego

Zadania dodatkowe

Wykorzystanie bibliotek zewnętrznych języka C++

Lista jest przeznaczona dla osób, które chcą podnieść ocenę - w szczególności uzyskać ocenę celującą (5,5). Zadania po wykonaniu należy przesłać na mejla prowadzącego laboratorium wraz z opisem rozwiązania. Na ostatnich zajęciach lub konsultacjach zadanie będzie do omówienia. Są podane 3 zadania - do wykonania jest jedno, wybrane.

Zadanie 1. Super π . Zadanie polega na napisaniu programu, który policzy wartość liczby π z dowolną dokładnością (np. 10tys miejsc po przecinku) w zapisie dziesiętnym. Do wykonania obliczeń wysokiej precyzji należy skorzystać z dodatkowej biblioteki, np. GMP¹⁰. Algorytmem najlepiej jak będzie formuła BBP¹¹. Formuła ta umożliwia policzenie dowolnego miejsca po przecinku liczby π w zapisie szesnastkowym, wg wzoru:

$$\pi \sum_{k=0}^{\infty} \left[\frac{1}{16^k} \left(\frac{4}{8k+1} - \frac{2}{8k+4} - \frac{1}{8k+5} - \frac{1}{8k+6} \right) \right] \quad (1)$$

W zadaniu ma znaczenie czas obliczeń, który musi zostać zmierzony, a wyniki mają być poprawne.

Zadanie 2. Szyfrowanie plików. Zadanie polega na napisaniu programu, który potrafi zaszyfrować i odszyfrować dowolny plik. W celu wykonania zadania, należy wykorzystać gotową bibliotekę implementującą potrzebne metody. Parametry szyfrowania to: hasło do pliku musi zostać poddane funkcji skrótu SHA-3 i dopiero ze skrótu należy wygenerować klucz. Algorytmem szyfrowania jest AES, a tryb pracy szyfru to OFB (Output Feedback).

Zadanie 3. Fraktal. Zadanie polega na napisaniu programu, który wylicza i wyświetla fraktal ze zbioru Julii lub zbioru Mandelbrota. Program powinien pozwalać na zbliżanie i oddalanie się obrazu z dowolną dokładnością, oraz przesuwanie obrazu (wyliczając go na bieżąco). Do wyświetlania okna można wykorzystać np. bibliotekę SDL¹².

¹⁰<https://gmplib.org/>

¹¹https://en.wikipedia.org/wiki/Bailey%E2%80%93Borwein%E2%80%93Plouffe_formula

¹²<https://www.libsdl.org/>