

Лабораторна робота №10

Багатопоточні програми

Мета роботи: навчитись створювати багатопотокові програми.

Завдання.

Обчислити значення визначеного інтеграла відповідно до варіанту. Реалізацію програми виконувати таким чином:

1. Створити клас “Функція” (з єдиним методом “обчислити”) для реалізації підінтегральної функції.
2. Створити клас “Обчислювач інтегралів”, який може працювати у багатопотоковому режимі і має метод “обчислити” з параметрами: a, b - кінці інтервалу, n - кількість кроків та f - підінтегральна функція.
3. Для цих класів розробити модульні тести і виконати тестування
4. Створити віконну програму, яка буде дозволяти вводити кількість інтервалів розбиття відрізка інтегрування і кількість потоків виконання.
5. Як результати роботи програми вивести обчислене значення інтегралу і час, який знадобився для її виконання.
6. Виконати обчислення декілька разів для різних (від 1 до 20 кількостей потоків виконання) при малій (менше 10^3) та великій (більше 10^6) кількості інтервалів розбиття відрізка.
7. Зробити висновки

Примітка. Формули для обчислення визначеного інтеграла наближеними методами наведено нижче:

• Метод лівих прямокутників $\int_a^b f(x) dx \approx \sum_{i=0}^{n-1} f(x_i)h$

• Метод правих прямокутників $\int_a^b f(x) dx \approx \sum_{i=1}^n f(x_i)h$

• Метод середніх прямокутників $\int_a^b f(x) dx \approx \sum_{i=0}^{n-1} f(x_i + h/2)h$

• Метод трапеції $\int_a^b f(x) dx \approx \frac{f(x_0)+f(x_n)}{2}h + \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i)h$

• Метод Сімпсона $\int_a^b f(x) dx \approx \frac{h}{3} \left(\frac{1}{2}f(x_0) + \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) + 2 \sum_{i=1}^n f\left(\frac{x_{i-1}+x_i}{2}\right) + \frac{1}{2}f(x_n) \right)$

в усіх методах $h = \frac{b-a}{n}$, $x_i = a + i \cdot h$

Варіанти завдання

№ вар	Інтеграл	Метод
1	$\int_1^9 3\sqrt{t} dt$	Метод лівих прямокутників
2	$\int_1^4 \frac{1+t}{\sqrt{2t}} dt$	Метод трапецій
3	$\int_1^9 3\sqrt{x}(1+\sqrt{x}) dx$	Метод Сімпсона
4	$\int_0^1 \ln(t+1) dt$	Метод правих прямокутників
5	$\int_1^{\sqrt{2}} \sqrt{2-x^2} dx$	Метод середніх прямокутників
6	$\int_1^2 \frac{e^x - 1}{e^x + 1} dx$	Метод Сімпсона
7	$\int_0^{\pi/2} \frac{dt}{\sin^2(2t)}$	Метод лівих прямокутників
8	$\int_0^1 e^t \sqrt{1-e^t} dt$	Метод правих прямокутників
9	$\int_0^{\pi/3} \cos(4t)\cos(2t) dt$	Метод трапецій
10	$\int_0^{\pi/2} \sin(2t)\cos(3t) dx$	Метод середніх прямокутників

Короткі теоретичні відомості

Клас Thread і інтерфейс Runnable

Є два способи створити клас, екземплярами якого будуть потоки виконання: успадкувати клас від `java.lang.Thread` або реалізувати інтерфейс `java.lang.Runnable`. Цей інтерфейс має декларацію єдиного методу `public void run()`, який забезпечує послідовність дій при роботі потоку. При цьому клас `Thread` вже реалізує інтерфейс `Runnable`, але з порожньою реалізацією методу `run()`. Так що при створенні екземпляра `Thread` створюється потік, який нічого не робить. Тому в нащадку треба перевизначити метод `run()`. У нім слід написати реалізацію алгоритмів, які повинні виконуватися в даному потоці. Відзначимо, що після виконання методу `run()` потік припиняє існування – “вмирає”.

Розглянемо перший варіант, коли ми успадковуємо клас від класу `Thread`, перевизначивши метод `run()`.

Об'єкт-потік створюється за допомогою конструктора. Є декілька перевантажених варіантів конструкторів, найпростіший з них – з порожнім списком параметрів. Наприклад, в класі `Thread` їх заголовки виглядають так:

`public Thread()` – конструктор за умовчанням. Підпроцес отримує ім'я “system”.

`public Thread(String name)` - потік отримує ім'я, що міститься в рядку `name`.

У класі-нащадку можна викликати конструктор за замовчуванням (без параметрів), або задати свої конструктори, використовуючи виклики конструкторів батьківських класів за допомогою виклику `super(список параметрів)`. Із-за відсутності спадкування конструкторів в Java доводиться в спадкоємцеві заново задавати конструктори з тією ж сигнатурою, що і в класі `Thread`. Це є простою, але утомливою роботою. Саме тому зазвичай віддають перевагу способу завдання класу з реалізацією інтерфейсу `Runnable`, про що буде розказано далі.

Створення та запуск потоку здійснюється наступним чином:

```
public class T1 extends Thread{
    public void run () {
        ...
    }
    ...
}
Thread thread1 = new T1 ();
thread1.start ();
```

Другий варіант – використання класу, в якому реалізований інтерфейс `java.lang.Runnable`. Цей інтерфейс, як вже говорилося, має єдиний метод `public void run()`. Реалізувавши його в класі, можна створити потік за допомогою перевантаженого варіанту конструктора `Thread`:

```
public class R1 implements Runnable{
    public void run () {
        ...
    }
    ...
}
Thread thread1 = Thread( new R1() );
thread1.start ();
```

Зазвичай в такий спосіб користуються набагато частіше, оскільки в класі, що розробляється, не доводиться займатися дублюванням конструкторів класу `Thread`. Крім того, цей спосіб можна застосовувати у разі, коли вже є клас, що належить ієрархії, в якій базовим класом не є `Thread` або його спадкоємець, і ми хочемо використовувати цей клас для роботи усередині потоку. В результаті від цього класу ми отримуємо метод `run()`, у якому реалізований потрібний алгоритм, і цей метод працює усередині потоку типу `Thread`, що забезпечує необхідну поведінку в багатопотоковому середовищі. Проте в даному випадку ускладнюється доступ до методів з класу `Thread` – потрібне приведення типу.

Поля та методи, які задані в класі Thread

В класі `Thread` маємо декілька полів даних та методів, про які треба знати для роботи з потоками.

Найважливіші константи та методи класа Thread:

- `MIN_PRIORITY` – мінімально можливий пріоритет потоків. (як описано у довідковій системі jdk, дорівнює 1)
- `NORM_PRIORITY` - нормальний пріоритет потоків. Головний потік створюється з нормальним пріоритетом, а потім пріоритет може бути змінено. (дорівнює 5)
- `MAX_PRIORITY` – максимально можливий пріоритет потоків. (як описано у довідковій системі jdk, дорівнює 10)
- `static int activeCount()` - вертає число активних потоків застосунку.
- `static Thread currentThread()` – вертає посилання на поточний потік.
- `static boolean interrupted()` – вертає стан статусу переривання поточного потоку, після чого встановлює його у значення `false`.

Найважливіші методи об'єктів типу Thread:

- `void run()` – метод, який забезпечує послідовність дій під час життя потоку. У класі Thread задана його порожня реалізація, тому в класі потоку він має бути перевизначений. Після виконання методу `run()` потік вмирає.
- `void start()` – викликає виконання поточного потоку, у тому числі запуск його методу `run()` у потрібному контексті. Може бути викликаний всього один раз.
- `void setDaemon(boolean on)` – у випадку `on==true` встановлює потоку статус демона, інакше – статус користувальницького потоку.
- `boolean isDaemon()` - вертає `true` у випадку, коли поточний потік є демоном.
- `void yield()` – “поступитися правами” – викликає тимчасове призупинення потоку, з передаванням прав іншим потокам виконувати необхідні для них дії.
- `long getId()` – повертає унікальний ідентифікатор потоку. Унікальність відноситься лише до часу життя потоку - після його завершення (смерті) даний ідентифікатор може бути привласнений іншому створюваному потоку.
- `String getName()` – повертає ім'я потоку, яке йому було задано при створенні або методом `setName`.
- `void setName(String name)` – встановлює нове ім'я потоку.
- `int getPriority()` - вертає пріоритет потоку.
- `void setPriority(int newPriority)` – встановлює пріоритет потоку.
- `void checkAccess()` – здійснення перевірки з поточного потоку на дозволеність доступу до іншого потоку. Якщо потік, з якого йде виклик, має право на доступ, метод не робить нічого, інакше – збуджує виключення `SecurityException`.
- `String toString()` – вертає рядкове представлення об'єкта потоку, в тому числі – його ім'я, групу, пріоритет.
- `void sleep(long millis)` – викликає призупинення (“засинання”) потоку на `millis` мілісекунд. При цьому всі блокування (монітори) потоку зберігаються. Перевантажений варіант `sleep(long millis,int nanos)` - параметр `nanos` вказує число наносекунд. Дострокове пробудження здійснюється методом `interrupt()` – зі збудженням виключення `InterruptedException`.
- `void interrupt()` – перериває “сон” потоку, спричинений викликами `wait(...)` або `sleep(...)`, встановлюючи йому статус перерваного (статус переривання=`true`). При цьому збуджується перевіряема виключна ситуація `InterruptedException`.
- `boolean isInterrupted()` - вертає поточний стан статусу переривання потоку без зміни значення статусу.
- `void join()` – “злиття”. Переводить потік в режим вмирання — очікування завершення. Це очікування – виконання методу `join()` - може відбуватися достатньо довго, якщо відповідний потік на момент виклику методу `join()` заблокований. Тобто якщо в ньому виконується синхронізований метод або він очікує завершення синхронізованого метода. Перевантажений варіант `join(long millis)` - очікувати завершення потоку протягом `millis` мілісекунд. Виклик `join(0)` еквівалентний виклику `join()`. Зазвичай використовується для завершення головним потоком роботи всіх дочірніх потоків (“злиття” їх з головним потоком).
- `boolean isAlive()` - вертає `true` у випадку, коли поточний потік живий (ще не вмер). Відмітимо, що навіть якщо потік завершився, від нього залишається об'єкт - “привид”, який відповідає на запит `isAlive()` значенням `false` – тобто повідомляє, що об'єкт вмер.

Крім того, слід знати, що в класі `Object` визначені ще деякі методи, які можуть бути корисними для написання багатопотокової програми:

- `public final void wait() throws InterruptedException` — переводить потік в режим очікування доти, поки інший потік не викликає метод `notify()` або `notifyAll()` для цього потоку
- `public final void wait(long timeout) throws InterruptedException` – те ж саме, що і попередній, але виконання буде автоматично продовжено після `timeout` мілісекунд
- `public final void wait(long timeout, int nanos) throws InterruptedException` - те ж саме, що і попередній, але виконання буде автоматично продовжено після `timeout` мілісекунд та `nanos` наносекунд
- `public final void notify()` - пробуджує потік, що перебуває в стані очікування після виклику `wait()`
- `public final void notifyAll()` - пробуджує всі потоки, що перебувають в очікуванні поточного монітору.

Слід зазначити, що всі провідні розробники процесорів перейшли на багатоядерну технологію. При цьому в одному корпусі процесора розташовано декілька процесорних ядер, здатних незалежно виконувати обчислення, але вони мають доступ до однієї і тієї ж загальної пам'яті. У зв'язку з цим програмування в багатопотоковому середовищі визнане найбільш перспективною моделлю паралелізування програм і стає одним з найважливіших напрямів розвитку програмних технологій. Модель багатопоточності Java дозволяє вельми елегантно реалізувати переваги багатоядерних процесорних систем. У багатьох випадках програми Java, написані з використанням багатопоточності, ефективно розпаралелюються автоматично на рівні віртуальної машини - без зміни не лише вихідного, але навіть скомпільованого байт-коду додатків.

Але програмування в багатопотоковому середовищі є складним і відповідальним заняттям, що вимагає дуже високої кваліфікації. Багато алгоритмів, що здаються простими, природними і надійними, в багатопотоковому середовищі опиняються непрацездатними. Через що способи вирішення навіть найпростіших завдань стають незвичайними і заплутаними, не кажучи вже про проблеми, що виникають при вирішенні складних завдань. У зв'язку з цим рекомендується на початковому етапі не захоплюватися багатопотоковими застосуваннями, а лише ознайомитися з даною технологією.