Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерного проектирования

Кафедра инженерной психологии и эргономики

Дисциплина: Программирование мобильных информационных систем

Отчёт

по лабораторной работе №3

на тему

**Функциональное программирование и лямбда-выражения**

Выполнил: Проверил:

ст. гр. 214302 Усенко Ф.В.

Короткевич А.Д.

Минск 2024

Вариант 14: Создайте программу, которая генерирует функции на основе ограничений, заданных пользователем (например, функция должна быть монотонно возрастающей). Программа должна проверять корректность сгенерированной функции и предлагать оптимизации.

Листинг кода:

import kotlin.random.Random  
  
fun main() {  
 while (true) {  
 println("Выберите тип функции, которую нужно сгенерировать:")  
 println("1. Монотонно возрастающая")  
 println("2. Монотонно убывающая")  
 println("3. Линейная")  
 println("4. Нелинейная")  
 println("5. Четная")  
 println("6. Нечетная")  
 println("0. Выход")  
  
 when (readLine()!!.toInt()) {  
 1 -> {  
 val (func, formula) = generateRandomIncreasingFunction()  
 val optimizedFormula = optimizeFormula(formula)  
 println("Сгенерированная функция: $formula")  
 println("Оптимизированная функция: $optimizedFormula")  
 if (checkIncreasingFunction(func)) {  
 println("Функция является монотонно возрастающей.")  
 } else {  
 println("Функция не является монотонно возрастающей.")  
 }  
 printFunction(func)  
 }  
 2 -> {  
 val (func, formula) = generateRandomDecreasingFunction()  
 val optimizedFormula = optimizeFormula(formula)  
 println("Сгенерированная функция: $formula")  
 println("Оптимизированная функция: $optimizedFormula")  
 if (checkDecreasingFunction(func)) {  
 println("Функция является монотонно убывающей.")  
 } else {  
 println("Функция не является монотонно убывающей.")  
 }  
 printFunction(func)  
 }  
 3 -> {  
 val (func, formula) = generateRandomLinearFunction()  
 val optimizedFormula = optimizeFormula(formula)  
 println("Сгенерированная функция: $formula")  
 println("Оптимизированная функция: $optimizedFormula")  
 if (checkLinearFunction(func)) {  
 println("Функция является линейной.")  
 } else {  
 println("Функция не является линейной.")  
 }  
 printFunction(func)  
 }  
 4 -> {  
 val (func, formula) = generateRandomNonLinearFunction()  
 val optimizedFormula = optimizeFormula(formula)  
 println("Сгенерированная функция: $formula")  
 println("Оптимизированная функция: $optimizedFormula")  
 if (checkNonLinearFunction(func)) {  
 println("Функция является нелинейной.")  
 } else {  
 println("Функция не является нелинейной.")  
 }  
 printFunction(func)  
 }  
 5 -> {  
 val (func, formula) = generateRandomEvenFunction()  
 val optimizedFormula = optimizeFormula(formula)  
 println("Сгенерированная функция: $formula")  
 println("Оптимизированная функция: $optimizedFormula")  
 if (checkEvenFunction(func)) {  
 println("Функция является четной.")  
 } else {  
 println("Функция не является четной.")  
 }  
 printFunction(func)  
 printFunctionReverse(func)  
 }  
 6 -> {  
 val (func, formula) = generateRandomOddFunction()  
 val optimizedFormula = optimizeFormula(formula)  
 println("Оптимизированная функция: $optimizedFormula")  
 println("Сгенерированная функция: $formula")  
 if (checkOddFunction(func)) {  
 println("Функция является нечетной.")  
 } else {  
 println("Функция не является нечетной.")  
 }  
 printFunction(func)  
 printFunctionReverse(func)  
 }  
 0 -> break  
 else -> println("Неверный выбор, попробуйте снова.")  
 }  
 }  
}  
  
fun printFunction(f: (Int) -> Int) {  
 println("Результаты функции для значений от 1 до 10:")  
 for (i in 1..10) {  
 println("f($i) = ${f(i)}")  
 }  
}  
  
fun printFunctionReverse(f: (Int) -> Int) {  
 println("Результаты функции для значений от -1 до -10:")  
 for (i in -1 downTo -10) {  
 println("-f($i) = ${f(i)\*-1}")  
 }  
}  
  
fun generateRandomIncreasingFunction(): Pair<(Int) -> Int, String> {  
 val a = Random.nextInt(1, 5)  
 val b = Random.nextInt(1, 5)  
 val c = Random.nextInt(1, 5)  
 val formula = "f(x) = $a \* x^2 + $b \* x + $c"  
 return { x: Int -> a \* x \* x + b \* x + c } to formula  
}  
  
fun checkIncreasingFunction(f: (Int) -> Int): Boolean {  
 for (i in 1..100) {  
 if (f(i) <= f(i - 1)) {  
 return false  
 }  
 }  
 return true  
}  
  
fun generateRandomDecreasingFunction(): Pair<(Int) -> Int, String> {  
 val a = Random.nextInt(-5, -1)  
 val b = Random.nextInt(-5, -1)  
 val c = Random.nextInt(1, 5)  
 val formula = "f(x) = $a \* x^2 + $b \* x + $c"  
 return { x: Int -> a \* x \* x + b \* x + c } to formula  
}  
  
fun checkDecreasingFunction(f: (Int) -> Int): Boolean {  
 for (i in 1..100) {  
 if (f(i) >= f(i - 1)) {  
 return false  
 }  
 }  
 return true  
}  
  
fun generateRandomLinearFunction(): Pair<(Int) -> Int, String> {  
 val a = Random.nextInt(1, 10)  
 val b = Random.nextInt(-10, 10)  
 val formula = "f(x) = $a \* x + $b"  
 return { x: Int -> a \* x + b } to formula  
}  
  
fun checkLinearFunction(f: (Int) -> Int): Boolean {  
 val delta = f(2) - f(1)  
 for (i in 3..100) {  
 if (f(i) - f(i - 1) != delta) {  
 return false  
 }  
 }  
 return true  
}  
  
fun generateRandomNonLinearFunction(): Pair<(Int) -> Int, String> {  
 val a = Random.nextInt(1, 5)  
 val b = Random.nextInt(-5, 5)  
 val c = Random.nextInt(1, 10)  
 val formula = "f(x) = $a \* x^2 + $b \* x + $c"  
 return { x: Int -> a \* x \* x + b \* x + c } to formula  
}  
  
fun checkNonLinearFunction(f: (Int) -> Int): Boolean {  
 val delta = f(2) - f(1)  
 for (i in 3..100) {  
 if (f(i) - f(i - 1) == delta) {  
 return false  
 }  
 }  
 return true  
}  
  
fun generateRandomEvenFunction(): Pair<(Int) -> Int, String> {  
 val a = Random.nextInt(1, 5)  
 val c = Random.nextInt(0, 10)  
 val formula = "f(x) = $a \* x^2 + $c"  
 return { x: Int -> a \* x \* x + c } to formula  
}  
  
fun checkEvenFunction(f: (Int) -> Int): Boolean {  
 for (i in 1..100) {  
 if (f(i) != f(-i)) {  
 return false  
 }  
 }  
 return true  
}  
  
fun generateRandomOddFunction(): Pair<(Int) -> Int, String> {  
 val a = Random.nextInt(1, 5)  
 val formula = "f(x) = $a \* x^3"  
 return { x: Int -> a \* x \* x \* x } to formula  
}  
  
fun checkOddFunction(f: (Int) -> Int): Boolean {  
 for (i in 1..100) {  
 if (f(i) != -f(-i)) {  
 return false  
 }  
 }  
 return true  
}  
  
fun optimizeFormula(formula: String): String {  
 val quadraticRegex = Regex("(-?\\d+) \\\* x\\^2 \\+ (-?\\d+) \\\* x \\+ (-?\\d+)")  
 val quadraticMatch = quadraticRegex.find(formula)  
 if (quadraticMatch != null) {  
 val (aStr, bStr, cStr) = quadraticMatch.destructured  
 val a = aStr.toInt()  
 val b = bStr.toInt()  
 val c = cStr.toInt()  
  
 return if (a != 0 && b != 0) {  
 "f(x) = x \* (${a} \* x + $b) + $c"  
 } else {  
 formula  
 }}  
  
 val linearRegex = Regex("(-?\\d+) \\\* x \\+ (-?\\d+)")  
 val linearMatch = linearRegex.find(formula)  
 if (linearMatch != null){  
 val (aStr, cStr) = linearMatch.destructured  
 val a = aStr.toInt()  
 val c = cStr.toInt()  
  
 val gcdValue = gcd(a, c)  
 return if (gcdValue > 1) {  
 "f(x) = $gcdValue \* (${a / gcdValue} \* x + ${c / gcdValue})"  
 } else {  
 formula  
 }  
 }  
  
 return formula  
}  
  
fun gcd(a: Int, b: Int): Int {  
 if (b == 0) return kotlin.math.abs(a)  
 return gcd(b, a % b)  
}

Контрольные вопросы:

**что такое функция? что такое выражение? в чем разница?**

Функция — это блок кода, который принимает аргументы, выполняет определенные действия и возвращает результат. В Kotlin функции могут быть определены как стандартные (с ключевым словом `fun`) и анонимные (лямбда-функции).

Выражение — это часть кода, которая возвращает значение. Это может быть простое выражение, например, математическая операция, или более сложное, как вызов функции.

Разница:

- Функция — это самостоятельная конструкция, которая может содержать выражения и использоваться многократно.

- Выражение — это что-то, что всегда возвращает результат, и оно может быть частью функции.

**функции высокого порядка?**

Функции высокого порядка (high order function) — это функции, которые либо принимают функцию в качестве параметра, либо возвращают функцию, либо и то, и другое.

**лямбда-выражения?**

Лямбда-выражение — это функция без имени, которая может быть объявлена непосредственно в месте использования. Лямбды могут принимать параметры и возвращать значения. могут быть переданы как аргументы или возвращены из функций.

**анонимные функции?**

Анонимные функции похожи на лямбда-выражения, но могут иметь более сложное тело, включая несколько операторов. Анонимные функции определяются с использованием ключевого слова fun без имени функции. Они могут явно возвращать значения и указывать типы возвращаемых данных.

**как обрабатывать ошибки с помощью анонимных функций и лямбда-выражений?**

Чтобы обработать ошибки с помощью анонимных функций и лямбда-выражений, можно использовать конструкцию `try-catch`, которая перехватывает ошибки и позволяет обработать их.

Анонимные функции:

Анонимная функция — это функция без имени, которая может включать `try-catch` прямо внутри себя для обработки ошибок.

val divide = fun(a: Int, b: Int): Int {

return try {

a / b // может вызвать ошибку, если b = 0

} catch (e: ArithmeticException) {

0 // обработка ошибки деления на ноль

}

}

Лямбда-выражения:

Лямбда-выражения — это короткая форма анонимных функций, в них тоже можно использовать `try-catch` для обработки ошибок.

val divide = { a: Int, b: Int ->

try {

a / b // может вызвать ошибку, если b = 0

} catch (e: ArithmeticException) {

0 // обработка ошибки деления на ноль

}

}

**в чем отличие анонимной функции от лямбда-выражений?**

В отличие от лямбда-выражений, анонимные функции могут содержать в себе несколько инструкций и поддерживают доступ к меткам возврата (return).

Отличия:

Синтаксис: Лямбда-выражения более краткие, анонимные функции могут содержать полный синтаксис с return и типом возвращаемого значения.

Типы: В анонимных функциях можно явным образом указывать возвращаемые типы, что иногда делает их более гибкими.

**чем лямбды и анонимные отличаются от функций высшего порядка?**

Лямбда и анонимные функции — это конкретные типы функций без имени, которые можно передавать как значения. Они являются строительными блоками для создания простых операций.

Функции высшего порядка — это функции, которые работают с другими функциями, принимая их как аргументы или возвращая их. Внутри этих функций можно использовать лямбды или анонимные функции.

Лямбды и анонимные функции — это способ определения функций,

а функции высшего порядка — это способ использования функций.

**что такое замыкание? что такое автозамыкание?**

Замыкание — это функция (включая **лямбда-выражения** или **анонимные функции**), которая сохраняет ссылку на переменные из своей внешней области видимости, даже если внешняя функция уже завершила выполнение. Эти переменные остаются доступными для замыкания, и оно может с ними работать.

Основное отличие между обычным замыканием и автозамыканием заключается в способе захвата и использования переменных из внешней области видимости:

Обычное замыкание:

- Определение: Обычное замыкание — это функция (лямбда-выражение или анонимная функция), которая захватывает переменные из своей внешней области видимости и может использовать их в своем теле.

- Контекст: При создании замыкания переменные сохраняются и могут быть использованы, но их состояние зависит от конкретного момента создания замыкания. Если замыкание не изменяет переменные, они остаются неизменными в своей области видимости.

Автозамыкание:

- Определение: Автозамыкание также захватывает переменные из внешней области видимости, но делает это автоматически и сохраняет их состояние между вызовами замыкания. При этом замыкание всегда имеет доступ к актуальному значению захваченных переменных.

- Контекст: Автозамыкание подразумевает, что переменные могут изменяться и их текущее состояние всегда будет доступно в замыкании, что позволяет динамически изменять поведение замыкания на основе текущих значений переменных.

Ключевые различия:

- Состояние переменных: В обычном замыкании переменные могут использоваться без изменения, тогда как в автозамыкании переменные изменяются и сохраняют свое состояние между вызовами.

- Динамичность: Автозамыкания обеспечивают более динамичное поведение, позволяя замыканию всегда иметь доступ к актуальным значениям захваченных переменных.

Таким образом, хотя оба типа замыканий могут захватывать переменные из внешней области видимости, автозамыкания обеспечивают автоматическое обновление состояния этих переменных между вызовами, в то время как обычные замыкания могут использовать переменные без изменения их состояния.

**что такое функциональные типы?**

Функциональные типы в Kotlin — это способ описания функций в виде значений, которые могут быть переданы, возвращены и хранимы в переменных.

Функциональные типы определяются как (A, B) -> C, где:

(A, B) — типы параметров, которые принимает функция.

C — тип возвращаемого значения.

Примеры:

() -> Unit — функция без параметров, не возвращающая значение.

(Int, Int) -> String — функция, принимающая два Int и возвращающая String.

**Именованные параметры** — это механизм, позволяющий указать названия параметров в объявлениях функциональных типов. Это делает код более читаемым и понятным, особенно когда функции принимают несколько параметров одного типа или когда важно понимать, что именно делает каждый параметр.

При помощи круглых скобок функциональные типы можно объединять: (Int) -> ((Int) -> Unit).

**какие высокоуровневые функции знаете и чем они друг от друга отличаются?**

map

Применяет заданную функцию ко всем элементам коллекции и возвращает новую коллекцию, содержащую результаты.

filter

Отбирает элементы коллекции, которые соответствуют условию, заданному в лямбда-выражении, и возвращает новую коллекцию с подходящими элементами.

reduce

Сокращает коллекцию до одного значения, используя заданную функцию. Начальное значение не требуется, так как оно вычисляется на основе первых двух элементов.

fold

Похоже на `reduce`, но требует начальное значение и может работать с любым типом результата.

forEach

Выполняет заданное действие для каждого элемента коллекции. Не возвращает новую коллекцию.

flatMap

Применяет заданную функцию к каждому элементу коллекции, а затем объединяет результаты в одну коллекцию.

any и all

- `any` возвращает `true`, если хотя бы один элемент коллекции удовлетворяет условию.

- `all` возвращает `true`, если все элементы коллекции удовлетворяют условию.

Ключевые отличия:

- Возвращаемое значение: Некоторые функции, как `map`, `filter`, `flatMap`, возвращают новую коллекцию, тогда как `forEach` не возвращает никакого значения.

- Начальное значение: `reduce` не требует начального значения, в то время как `fold` требует его.

- Условия: `any` и `all` используются для проверки условий, а не для трансформации данных.

**какие области видимости?** \* локальная, внешняя, глобальная

**что такое захват значения?**

Захват значения — это концепция, связанная с замыканиями, которая описывает, как анонимные функции или лямбда-выражения могут "захватывать" переменные из своей внешней области видимости. Это позволяет функциям сохранять доступ к переменным, даже после того, как внешняя функция завершила своё выполнение.

Как это работает?

Когда вы создаете лямбда-выражение или анонимную функцию внутри другой функции, оно может использовать переменные, объявленные в этой внешней функции. Эти переменные становятся частью контекста замыкания и могут быть доступны внутри лямбды даже после выхода из внешней функции.

**чем полезны функции вашего порядка в создании гибких расширяемых программ?**

Функции высшего порядка играют важную роль в создании гибких и легко расширяемых программ благодаря тому, что позволяют передавать функции как параметры и возвращать их как результаты. Этот подход обеспечивает высокую степень абстракции и переиспользования кода, улучшая читабельность и уменьшая дублирование логики.

**Основные преимущества функций высшего порядка:**

1. **Абстракция над действиями**:
   * Функции высшего порядка позволяют абстрагировать конкретные действия, передавая их как параметры. Например, функции map, filter и reduce могут выполнять операции над списками независимо от типа данных, что делает их универсальными.
   * Это освобождает от необходимости прописывать логику для каждого типа задачи. Например, можно создать общую функцию для обработки данных, передавая ей конкретные действия в виде лямбд.
2. **Повышение переиспользуемости**:
   * Функции высшего порядка позволяют избежать дублирования кода. Вместо того, чтобы повторять одну и ту же логику в разных местах программы, можно создать функцию высшего порядка, которая будет принимать на вход разный функционал (например, лямбда-выражения) и выполнять его.
   * Например, функция для обработки ошибок может быть написана так, чтобы принимать лямбду с конкретной логикой, избегая повторения одной и той же структуры кода.
3. **Функциональное программирование и композиция**:
   * Используя функции высшего порядка, можно объединять небольшие функции для создания более сложных операций.
   * Композиция позволяет строить функциональные цепочки, где результат одной функции передается в другую. Это упрощает логику и делает код более декларативным, так как можно легко читать последовательность действий.
4. **Гибкость и настройка поведения**:
   * Функции высшего порядка позволяют пользователю задавать поведение и логику выполнения на лету, передавая функции как аргументы.
   * Это полезно для создания API, библиотек или фреймворков, где пользователь может контролировать обработку данных или логику, не изменяя основной код.

**как с помощью лямбда выражения реализовать функцию map? (как map заменить лямбда выражением)? например, \*2**

val numbers = listOf(1, 2, 3, 4, 5)

val doubledNumbers = mutableListOf<Int>()

numbers.forEach { doubledNumbers.add(it \* 2) }

println(doubledNumbers) // Вывод: [2, 4, 6, 8, 10]

**как создать замыкание, которое при каждом вызове увеличивает счетчик на один?**

fun createCounter(): () -> Int {

var count = 0 // Переменная count захватывается замыканием

return {

count++ // Увеличиваем count на 1 при каждом вызове

}

}