Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки

Лабораторна робота № 4

з дисципліни «Функційне програмування мовою Haskell»

Виконав:
Студент ФІОТ
Групи ІП-93
Владіміров А.О.

Київ – 2023

Мета: Ознайомитись з модульною організацією програм та засобами введення-виведення. Набути досвіду створення мультимодульних Haskell проєктів з використанням інструментів stack або cabal.
За допомогою інструментів `stack` або `cabal` створити Haskell-проєкт для розробки консольного застосунку за темою попередньої лабораторної роботи (ЛР № 3).
Завдання: реалізувати інтерфейс командного рядка: а) для виконання функцій, реалізованих у ЛР № 3 б) для маніпуляції даними (CRUD).
Дані зберігаються або у текстовому файлі (файлах), або у csv-файлі (файлах) — на вибір студента. Звіт (результат виконання) виводиться а) на екран (якщо не заборонено, тобто не вказана опція `[-s|--silent]`), б) у текстовий файл, в) у html-файл. Інтерфейс має підтримувати набір непозиційних параметрів (прапорців) з, наприклад, таким форматом:

```
programName [DBNAME] [-c|--command COMMANDNAME [ARGS]]
[-l|--log LOGNAME]
[-s|--silent]
[--html FILENAME]
[-h|--help]
```

Виконання: проєкт має стандартну структуру як для любого Stack проєкту на Haskell. Основні файли програми це файл Lib.hs де зберігається модифікований код з ЛР № 3, Main.hs – код виконання. У папці Input зберігається файл Input.txt де зберігаються тестові дані, з яких програма буде зчитувати, парсити фігури і потім працювати з ними.
У Output зберігаються output.txt і output.html – текстовий і html файл відповідно, у які ми будемо вписувати результат виконання нашого інтерфейсу командного рядка.
Лістинг проєкту:
Lab.hs

```haskell
module Lib
  ( Point(..),
    Vector(..),
    Font(..),
    Shape (..),
    Plane(..),
    FigureType(..),
    createShape,
    readShape,
    updateShape,
    deleteShape,
    areaShape,
    typeShape,
    boxShape,
    containedShape,
    moveShape
  )
where

import Data.Maybe

data Point = Point {x :: Double, y :: Double} deriving (Eq, Read, Show)

newtype Vector = Vector Point deriving (Show)

data Font = Consolas | LucidaConsole | SourceCodePro deriving (Eq, Show)

instance Read Font where
  readsPrec _ input = case input of
    "Consolas" -> [(Consolas, "")]
    "LucidaConsola" -> [(LucidaConsole, "")]
    "SourceCodePro" -> [(SourceCodePro, "")]
    _ -> []


fontArea :: Font -> Double
fontArea Consolas = 1.0
fontArea LucidaConsole = 1.2
fontArea SourceCodePro = 1.5

data Shape
  = Circle Point Double
  | Rectangle Point Point
```

```haskell
  | Triangle Point Point Point
  | Label Point Font String
  deriving (Eq, Read, Show)

-- 1.1 обчислення площі фігури
class Area a where
  area :: a -> Double

instance Area Shape where
  area (Circle _ r) = pi * r ^ 2
  area (Rectangle (Point x1 y1) (Point x2 y2)) = abs (x2 - x1) * abs (y2 - y1)
  area (Triangle (Point x1 y1) (Point x2 y2) (Point x3 y3)) = 0.5 * abs ((x1 - x3) * (y2 -
y1) - (x1 - x2) * (y3 - y1))
  area (Label (Point x y) font text) = fromIntegral (length text) * fontArea font

-- 1.2 отримання списку фігур вказаного типу
data FigureType = CircleType | RectangleType | TriangleType | LabelType deriving (Eq, Show)

instance Read FigureType where
  readsPrec _ input = case input of
    "CircleType" -> [(CircleType, "")]
    "RectangleType" -> [(RectangleType, "")]
    "TriangleType" -> [(TriangleType, "")]
    "LabelType" -> [(LabelType, "")]
    _ -> []

class Figure a where
  figureType :: a -> FigureType

instance Figure Shape where
  figureType (Circle {}) = CircleType
  figureType (Rectangle {}) = RectangleType
  figureType (Triangle {}) = TriangleType
  figureType (Label {}) = LabelType

-- 1.3 отримання прямокутника, що охоплює вказану
фігуру
class BoundingBox a where
  boundingBox :: a -> Shape

instance BoundingBox Shape where
  boundingBox (Circle (Point x y) r) = Rectangle (Point (x - r) (y - r)) (Point (x + r) (y +
r))
  boundingBox (Rectangle p1 p2) = Rectangle (Point (min (x p1) (x p2)) (min (y p1) (y p2)))
(Point (max (x p1) (x p2)) (max (y p1) (y p2)))
  boundingBox (Triangle p1 p2 p3) = Rectangle (Point (minimum [x p1, x p2, x p3]) (minimum [y
p1, y p2, y p3])) (Point (maximum [x p1, x p2, x p3]) (maximum [y p1, y p2, y p3]))
  boundingBox (Label (Point x y) font text) =
    let w = fromIntegral (length text) * 1.0
        h = fontArea font
     in Rectangle (Point x y) (Point (x + w) (y + h))

-- 1.4 пошук фігур, які знаходяться у вказаному
квадраті на площині
containedIn :: Shape -> Shape -> Bool
containedIn (Rectangle (Point x1 y1) (Point x2 y2)) (Rectangle (Point x3 y3) (Point x4 y4)) =
```

```
  min x1 x2 >= min x3 x4 && max x1 x2 <= max x3 x4 && min y1 y2 >= min y3 y4 && max y1 y2 <=
max y3 y4

instance Ord Shape where
  compare s1 s2 =
    let bb1 = boundingBox s1
        bb2 = boundingBox s2
     in if bb1 `containedIn` bb2
          then LT
          else GT

-- 1.5 переміщення фігури на вказаний вектор
class Move a where
  move :: Vector -> a -> a

instance Move Shape where
  move (Vector (Point dx dy)) (Circle (Point x y) r) = Circle (Point (x + dx) (y + dy)) r
  move (Vector (Point dx dy)) (Rectangle (Point x1 y1) (Point x2 y2)) =
    Rectangle (Point (x1 + dx) (y1 + dy)) (Point (x2 + dx) (y2 + dy))
  move (Vector (Point dx dy)) (Triangle (Point x1 y1) (Point x2 y2) (Point x3 y3)) =
    Triangle (Point (x1 + dx) (y1 + dy)) (Point (x2 + dx) (y2 + dy)) (Point (x3 + dx) (y3 +
dy))
  move (Vector (Point dx dy)) (Label (Point x y) font text) = Label (Point (x + dx) (y + dy))
font text
```

Функції-обгортки над реалізованими функціями з ЛР № 3 + CRUD функції, які працюють з типом Maybe Shape.

```
type Plane = [Maybe Shape]

--CRUD
-- Create
createShape :: Maybe Shape -> Plane -> Plane
createShape Nothing p = p
createShape (Just s) p = Just s : p

-- Read
readShape :: Int -> Plane -> Maybe Shape
readShape i p
  | i < 0 || i >= length p = Nothing
  | otherwise = p !! i

-- Update
updateShape :: Int -> Maybe Shape -> Plane -> Plane
updateShape i Nothing p = p
updateShape i (Just s) p
  | i < 0 || i >= length p = p
  | otherwise = take i p ++ [Just s] ++ drop (i + 1) p

-- Delete
deleteShape :: Int -> Plane -> Plane
deleteShape i p
  | i < 0 || i >= length p = p
  | otherwise = take i p ++ drop (i + 1) p

-- functions from lab 3
areaShape :: Int -> Plane -> Maybe Double
```

```haskell
areaShape i p
  | i < 0 || i >= length p || isNothing  (p !! i) = Nothing
  | otherwise = area <$> p !! i

typeShape :: FigureType -> Plane -> Plane
typeShape f = filter (maybe False (¥ s -> figureType s == f))

boxShape :: Int -> Plane -> Maybe Shape
boxShape i p
  | i < 0 || i >= length p || isNothing  (p !! i) = Nothing
  | otherwise = boundingBox <$> p !! i

containedShape :: Maybe Shape -> Plane -> Plane
containedShape Nothing p = []
containedShape (Just r) p = filter (maybe False (<r)) p

moveShape :: Int -> Maybe Vector -> Plane -> Plane
moveShape _ Nothing p = p
moveShape i (Just v) p = foldr (¥x acc -> if length acc == i - 1 then (move v <$> x) : acc
else x : acc) [] p
```

Main.hs

```haskell
module Main (main) where

import Lib
import System.Exit (exitSuccess)
import System.Environment
import System.IO
import Text.Read (readMaybe)
import Control.Monad (unless, when)
import Control.Exception (evaluate)
import Data.List (tails, isInfixOf, findIndex, isPrefixOf)
import qualified Data.ByteString.Char8 as BS
import Data.Maybe (fromMaybe)
import Prelude hiding (log)
```

Структура, в якій ми будемо зберігати пропарсену команду.

```haskell
-- свій парсер командого рядка
data Command
  = Create Shape
  | Read Int
  | Update Int Shape
  | Delete Int
  | Area Int
  | Type FigureType
  | Box Int
  | Contained Shape
  | Move Int Vector
  deriving (Show)
```

Структура, в якій ми будемо зберігати весь пропарсений рядок.

```haskell
data Options = Options
  { db :: Maybe String,
    command :: Maybe Command,
    log :: Maybe FilePath,
    silent :: Bool,
    html :: Maybe FilePath,
```

```
  help :: Bool
}
deriving (Show)
```

Функція, яка використовує Pattern Matching для парсингу фігури з командного рядка.

```
parseShape :: [String] -> Maybe Shape
parseShape ("rectangle" : x1 : y1 : x2 : y2 : _) = Just $ Rectangle (Point (read x1) (read y1)) (Point (read x2) (read y2))
parseShape ("circle" : x : y : r : _) = Just $ Circle (Point (read x) (read y)) (read r)
parseShape ("triangle" : x1 : y1 : x2 : y2 : x3 : y3 : _) = Just $ Triangle (Point (read x1) (read y1)) (Point (read x2) (read y2)) (Point (read x3) (read y3))
parseShape ("label" : x : y : font : text : _) = Just $ Label (Point (read x) (read y)) (read font) text
parseShape _ = Nothing
```

Функція, яка використовує Pattern Matching для парсингу вектору з командного рядка.

```
parseVector :: [String] -> Maybe Vector
parseVector ("vector" : dx : dy : _) = Just $ Vector (Point (read dx) (read dy))
```

Функція, яка використовує Pattern Matching для парсингу команди з командного рядка. Спочатку виконується parseShape і її результат застосовується як аргумент до Create / Read / Update / Delete / Area / Type / Box / Contatined / Move.

```
parseCommand :: [String] -> Maybe Command
parseCommand ("create" : xs) = Create <$> parseShape xs
parseCommand ("read" : i : _) = Just $ Read (read i)
parseCommand ("update" : i : xs) = Update <$> Just (read i) <*> parseShape xs
parseCommand ("delete" : i : _) = Just $ Delete (read i)
parseCommand ("area" : i : _) = Just $ Area (read i)
parseCommand ("type" : t : _) = Just $ Type (read t)
parseCommand ("box" : i : _) = Just $ Box (read i)
parseCommand ("contained" : xs) = Contained <$> parseShape xs
parseCommand ("move" : i : xs) = Move <$> Just (read i) <*> parseVector xs
parseCommand _ = Nothing
```

Функція, яка парсить командний рядок у зручну для нас структуру.

```
parseOptions :: [String] -> Options
parseOptions args =
  Options
    { db = getParamValue "-db" args,
      command = parseCommand commandArgs,
      log = getParamValue "-log" args,
      silent = isParamSet "-silent" args,
      html = getParamValue "-html" args,
      help = isParamSet "-help" args
    }
  where
    commandArgs = tail $ dropWhile (/= "-command") args
```

Шукає значення прапорців –html, -log, -db.

```
getParamValue :: String -> [String] -> Maybe String
getParamValue _ [] = Nothing
getParamValue param (x : xs) = if x == param then Just $ head xs else getParamValue param xs
```

Перевіряє, чи стоїть прапорець –help або –silent.

```
isParamSet :: String -> [String] -> Bool
isParamSet param args = param `elem` args
```

Повертає результат виконання введеної команди.

```
execCommand :: Maybe Command -> Plane -> IO (Maybe String)
```

```
-- CRUD
execCommand (Just (Create s)) p = do
  return $ Just $ show $ createShape (Just s) p
execCommand (Just (Read i)) p = do
  return $ Just $ show $ readShape i p
execCommand (Just (Update i s)) p = do
  return $ Just $ show $ updateShape i (Just s) p
execCommand (Just (Delete i)) p = do
  return $ Just $ show $ deleteShape i p
-- area
execCommand (Just (Area i)) p = do
  return $ Just $ show $ areaShape i p
-- type
execCommand (Just (Type t)) p = do
  return $ Just $ show $ typeShape t p
-- bounding box
execCommand (Just (Box i)) p = do
  return $ Just $ show $ boxShape i p
-- contained
execCommand (Just (Contained r)) p = do
  return $ Just $ show $ containedShape (Just r) p
-- move
execCommand (Just (Move i v)) p = do
  return $ Just $ show $ moveShape i (Just v) p
execCommand Nothing _ = return Nothing
```

Функція, що пише інструкцію з використання програми.

```
printHelp :: IO ()
printHelp = do
  putStrLn "Usage:"
  putStrLn "  [executable] [options]"
  putStrLn ""
  putStrLn "Options:"
  putStrLn "  -db [path]              Set path to database file"
  putStrLn "  -command [COMMAND]      The command to execute"
  putStrLn "  -log [path]             Set path to log file"
  putStrLn "  -silent                 Run in silent mode"
  putStrLn "  -html [path]            Set path to HTML file"
  putStrLn "  -help                   Print this help message"
  putStrLn ""
  putStrLn "Commands:"
  putStrLn "  create rectangle [x1] [y1] [x2] [y2]"
  putStrLn "  create circle [x] [y] [r]"
  putStrLn "  create triangle [x1] [y1] [x2] [y2] [x3] [y3]"
  putStrLn "  create label [x] [y] [font size] [text]"
  putStrLn "  read [id]"
  putStrLn "  update [id] rectangle [x1] [y1] [x2] [y2]"
  putStrLn "  update [id] circle [x] [y] [r]"
  putStrLn "  update [id] triangle [x1] [y1] [x2] [y2] [x3] [y3]"
  putStrLn "  update [id] label [x] [y] [font] [text]"
  putStrLn "  delete [id]"
  putStrLn "  area [id]"
  putStrLn "  type [type]"
  putStrLn "  box [id]"
  putStrLn "  contained rectangle [x1] [y1] [x2] [y2]"
  putStrLn "  contained circle [x] [y] [r]"
```

```
  putStrLn "  contained triangle [x1] [y1] [x2] [y2] [x3] [y3]"
  putStrLn "  contained label [x] [y] [font] [text]"
  putStrLn "  move [id] vector [dx] [dy]"
```

Функція, що парсить файл з вхідними даними.

```
parseFile :: Maybe FilePath -> IO Plane
parseFile Nothing = putStrLn "File path not provided" >> pure []
parseFile (Just filePath) = do
  contents <- readFile filePath
  let parsedPlane = readMaybe contents :: Maybe Plane
  case parsedPlane of
    Just plane -> return plane
    Nothing -> error "Failed to parse file into Plane"
```

Функція, що записує результат в файл.

```
appendFileWithContent :: String -> FilePath -> IO ()
appendFileWithContent content filePath = appendFile filePath content

maybeAppendFile :: Maybe FilePath -> String -> IO ()
maybeAppendFile maybeFilePath content = maybe (return ()) (appendFileWithContent content)
maybeFilePath
```

Функція, що повністю переписує зміст файлу (для маніпуляцій з вхідним файлом).

```
maybeRewriteFile :: Maybe FilePath -> String -> IO ()
maybeRewriteFile (Just file) content = writeFile file content
maybeRewriteFile Nothing _ = return ()
```

Функція, що записує результат в html – файл. Використовує ByteString для strict evaluation.

```
maybeAppendHtml :: Maybe FilePath -> String -> IO ()
maybeAppendHtml (Just file) result = do
  htmlBytes <- BS.readFile file
  let html = BS.unpack htmlBytes
      modifiedHtml = unlines $ take 4 (lines html) ++ ["      <li>" ++  result ++ "</li>"] ++
drop 4 (lines html)
  BS.writeFile file $ BS.pack modifiedHtml
maybeAppendHtml Nothing _ = return ()

main :: IO ()
main = do
```

Зчитуємо командний рядок, парсимо. Якщо є прапорець –help, виводимо інструкцію і виходимо з програми.

```
  args <- getArgs
  let options = parseOptions args
  when (help options) printHelp >> exitSuccess
  shapes <- parseFile (db options)
  maybeResult <- execCommand (command options) shapes
  case maybeResult of
    Just result -> do
```

Якщо стоїть пропорець –silent, результат виконання програми нікуди не виводимо і в ніякий файл не зберігаємо.

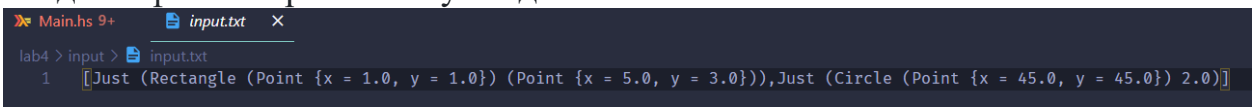
```
      unless (silent options) $ putStrLn result
      unless (silent options) $ maybeAppendFile (log options) (result ++ "  ")
      unless (silent options) $ maybeAppendHtml (html options) result
```

Якщо команда змінює нашу БД, результат виконання програми записуємо у вхідний файл не залишаючи попереднього змісту.

```
  case command options of
    Just (Create _) -> maybeRewriteFile (db options) result
    Just (Update {}) -> maybeRewriteFile (db options) result
    Just (Delete _) -> maybeRewriteFile (db options) result
    Just (Move {}) -> maybeRewriteFile (db options) result
    _ -> return ()
Nothing -> return ()
```

Приклад запуску програми:

Вхідний файл зберігає наступні дані



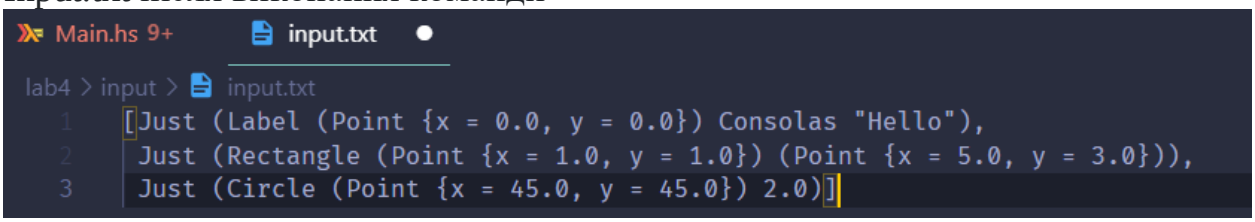
Output.txt

Output.html

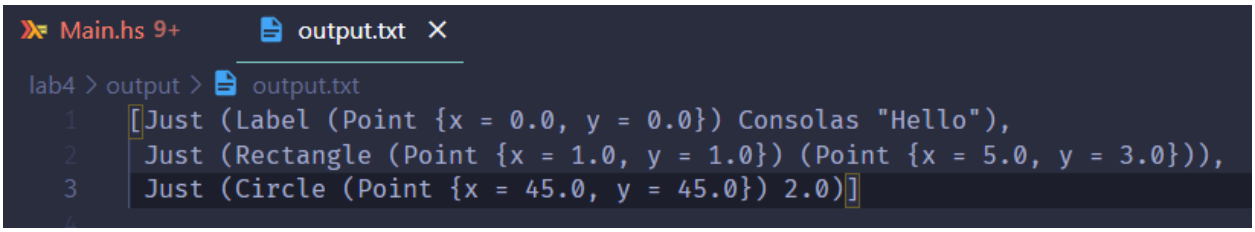
Запускаємо команду

```
PS C:¥Users¥User¥Documents¥haskell¥lab4> stack exec lab4-exe -- -db
C:¥Users¥User¥Documents¥haskell¥lab4¥input¥input.txt -command create label 0 0 Consolas
"Hello" -log C:¥Users¥User¥Documents¥haskell¥lab4¥output¥output.txt -html
C:¥Users¥User¥Documents¥haskell¥lab4¥output¥output.html
```

Input.txt після виконання команди



Output.txt після виконання команди



Output.html після виконання команди