ЗАДАНИЕ

Требуется создать абстрактные типы данных (АТД), соответствующие следующим геометрическим фигурам на плоскости:

* круг;
* треугольник;
* ромб;
* прямоугольник;
* трапеция.

Эти фигуры образуют некоторое подмножество геометрических фигур на плоскости, которое можно изобразить в виде иерархии, приведенной на рис. 1.

Рисунок 1. – Иерархия геометрических фигур на плоскости.

В основе этой иерархии лежит обобщённое понятие «Геометрическая фигура на плоскости», на следующем уровне уточняется, что в это понятие входят геометрические фигуры круг, треугольник и четырёхугольник, и, наконец, на самом последнем уровне показано, какие из возможных видов четырёхугольников рассматриваются в предложенной модели. Предложенная модель является упрощённой, поскольку понятие «Геометрическая фигура на плоскости» не исчерпывается вышеперечисленными фигурами.

Абстрактный тип данных «Геометрическая фигура на плоскости» должен включать в себя следующие операции:

* вычисление периметра фигуры;
* вычисление площади фигуры;
* проверка пересечения фигур;
* сдвиг фигуры.

Эти операции, а также операцию создания, должны содержать все абстрактные типы данных, соответствующие конкретным геометрическим фигурам.

Кроме того, требуется спроектировать и реализовать АТД «Сложная фигура», состоящий из некоторого количества непересекающихся фигур. Этот тип данных включает в себя операции создания сложной фигуры, добавления и удаления одной или нескольких фигур и количество геометрических фигур на плоскости, из которых состоит сложная фигура.

Абстрактные типы данных для решения поставленной задачи

1. АТД ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ
   1. ПЕРИМЕТР:  
      ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ ← ВЕЩЕСТВЕННОЕ
   2. ПЛОЩАДЬ:  
      ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ ← ВЕЩЕСТВЕННОЕ
   3. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ: ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ × ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ ← ЛОГИЧЕСКОЕ
   4. СДВИГ:  
      ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ × ВЕЩЕСТВЕННОЕ × ВЕЩЕСТВЕННОЕ ← ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ
2. АТД СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА
   1. СОЗДАНИЕ: ← СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА  
      постусловие: КОЛИЧЕСТВО(СОЗДАНИЕ) = 0
   2. СОЗДАТЬ:  
      ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ[ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ] ←  
      СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА  
      предусловие:  
      ПЕРЕСЕЧЕНИЕ(ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИi, ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИj) = ЛОЖЬ  
      ∀ 0 ≤ *i, j* < КОЛИЧЕСТВО(ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ  
      [ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ]), *i*≠*j*  
      постусловие: КОЛИЧЕСТВО(СОЗДАНИЕ) ≥ 0
   3. ДОБАВИТЬ:  
      СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА × ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ ← СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА  
      предусловие:  
      ПЕРЕСЕЧЕНИЕ(ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ, ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИi) = ЛОЖЬ  
      ∀ 0 ≤*i* < КОЛИЧЕСТВО(СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА])  
      постусловие:  
      КОЛИЧЕСТВО(  
      ДОБАВИТЬ(  
      СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА, ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ)) =  
      КОЛИЧЕСТВО(СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА) + 1
   4. УДАЛИТЬ: СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА × ЦЕЛОЕ ← СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА  
      предусловие: КОЛИЧЕСТВО(СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА) > 0  
      предусловие: 0 ≤ ЦЕЛОЕ < КОЛИЧЕСТВО(СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА)  
      постусловие:  
      КОЛИЧЕСТВО(  
      ДОБАВИТЬ(  
      СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА, ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ)) =  
      КОЛИЧЕСТВО(СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА) - 1
   5. КОЛИЧЕСТВО: СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА ← ЦЕЛОЕ

Каждая конкретная геометрическая фигура должна, наряду со всеми перечисленными операциями для АТД ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ, должна содержать операцию СОЗДАТЬ. Приведём спецификации этих операций для каждой из этих фигур:

1. СОЗДАТЬ: ТОЧКА × ВЕЩЕСТВЕННОЕ ← КРУГ  
   предусловие: ВЕЩЕСТВЕННОЕ > 0
2. СОЗДАТЬ: ТОЧКА × ТОЧКА × ТОЧКА ← ТРЕУГОЛЬНИК  
   предусловие (неформально): все три точки не лежат на одной прямой
3. СОЗДАТЬ: ТОЧКА × ТОЧКА × ТОЧКА × ТОЧКА ← РОМБ  
   предусловие (неформально): точки образуют ромб
4. СОЗДАТЬ: ТОЧКА × ТОЧКА × ТОЧКА × ТОЧКА ← ПРЯМОУГОЛЬНИК  
   предусловие (неформально): точки образуют прямоугольник
5. СОЗДАТЬ: ТОЧКА × ТОЧКА × ТОЧКА × ТОЧКА ← ТРАПЕЦИЯ  
   предусловие (неформально): точки образуют трапецию.

В приведенных спецификациях круг определяется координатами центра и радиусом, а остальные фигуры − координатами вершин. Однако, это лишь возможные варианты, и область определения операции СОЗДАТЬ для любой из конкретных фигур может быть изменена.

рекомендации по реализации

Приведенная на рис. 1 иерархия типов может быть реализована как иерархия классов, в которой классы, соответствующие типам ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ и ЧЕТЫРЁХУГОЛЬНИК, являются отложенными (абстрактными), все остальные − эффективными.

Поскольку операции, присущие каждому конкретному типу, перечислены для АТД ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ\_ФИГУРА\_НА\_ПЛОСКОСТИ, реализуемому отложенным (абстрактным) классом, они должны быть объявлены в этом классе, а в каждом эффективном классе определены.

В качестве физической реализации класса, соответствующего АТД СЛОЖНАЯ\_ФИГУРА, можно использовать динамический полиморфный массив. Подумайте, каким должен быть тип элементов этого массива, чтобы его элементами могла быть любая из рассматриваемых в задании геометрических фигур. Альтернативой массиву может быть, например, линейный список.

Координаты точки на плоскости задаются двумя вещественными числами. Тип ТОЧКА, используемый в спецификациях операции СОЗДАТЬ, как раз подразумевает пару вещественных чисел. Этот тип можно реализовать самостоятельно, либо, например, использовать тип pair<T1, T2> из стандартной библиотеки шаблонов.

Если следовать вышеприведенным спецификациям операций СОЗДАТЬ, в отложенном (абстрактном) классе ЧЕТЫРЁХУГОЛЬНИК можно хранить координаты вершин, которые будут унаследованы классами РОМБ, ПРЯМОУГОЛЬНИК и ТРАПЕЦИЯ.

Во всех классах, реализующих АТД, соответствующих конкретным геометрическим фигурам, следует предусмотреть ввод и вывод информации о фигурах с внешних устройств, например, путём перегрузки операций вставки в потоки ввода и вывода.