Основы проектной деятельности

Тема: Вычислительная геометрия

Цель работы: применить для решения практических задач принципы объектно-ориентированного программирования (инкапсуляцию, наследование, полиморфизм) и освоить базовые алгоритмы работы с геометрическими данными.

Преамбула: В современной компьютерной графике, геометрическом моделировании и системах автоматизированного проектирования (САПР) ключевую роль играют геометрические объекты: точки, отрезки, многоугольники.

Многоугольники служат базовым средством представления двумерных фигур и используются в алгоритмах обработки изображений, компьютерного зрения, робототехники, а также в задачах булевых операций, триангуляции, построения выпуклых оболочек и многих других.

Задачи:

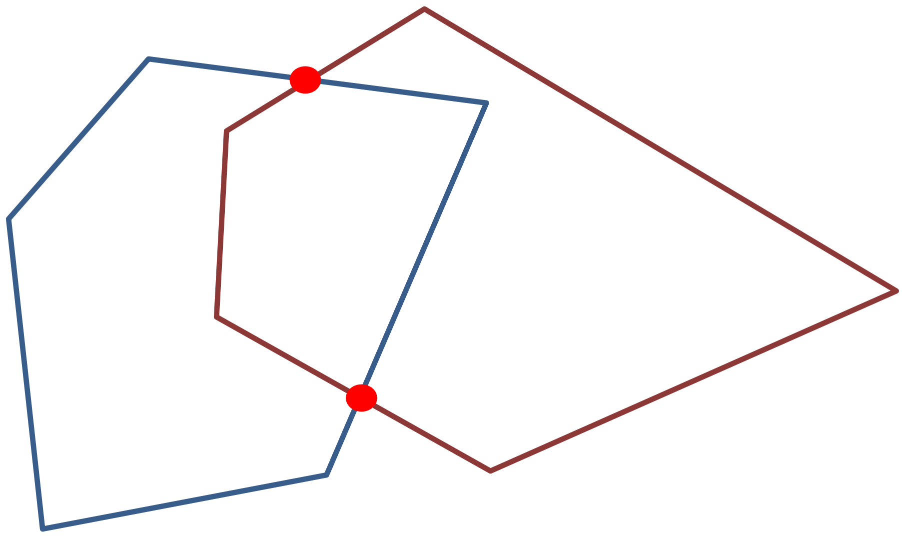
1) Продумать концепцию решения поставленной индивидуальной задачи (см. приложение 1)
2) Разработать необходимые классы для описания геометрических объектов и написать для них методы, обеспечивающие реализацию тех операций вычислительной геометрии, которые будут обеспечивать решение поставленной задачи при указанных в условии ограничениях.
3) Поверить работу разработанного метода, для чего подготовить основную программу, которая бы
   - формировала необходимые объекты (один или несколько многоугольников или треугольников) из файла;
   - вызывала разработанный метод для каждого объекта и выводила ответ;
   - оценивала правильность ответа (для этого в исходном файле для каждого набора исходных данных должен быть записан заранее вычисленный/определенный ответ).

Подготовить оформленную работу, описав и проиллюстрировав подход к решению задачи, записав код решения, а также **три** тестовых примера (содержимое исходного файла данных, результат, рисунок, подтверждающий правильность решения и основанный на исходных данных и результате).

Приложение 1

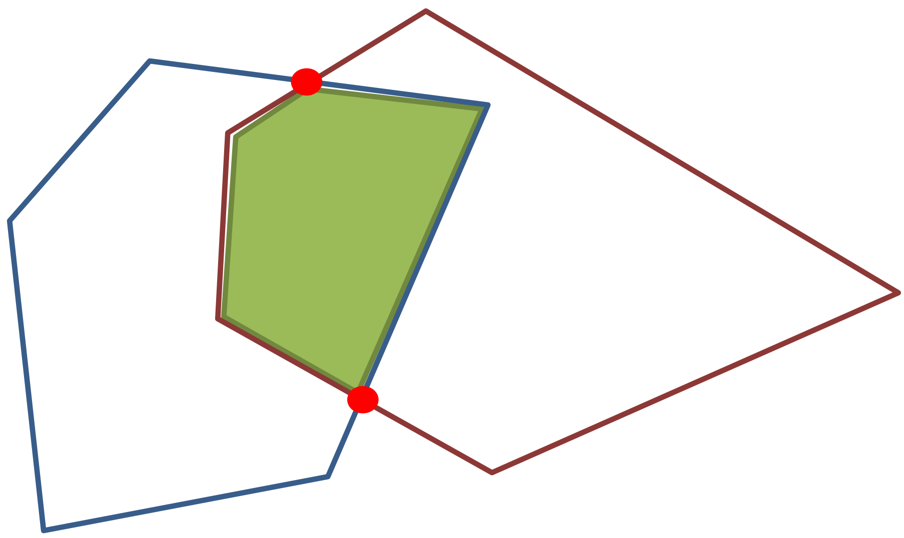
Вариант 1

Для двух пересекающихся многоугольников определить точки пресечения двух многоугольников, если они есть (случай совпадающих граней рассматривать не требуется).



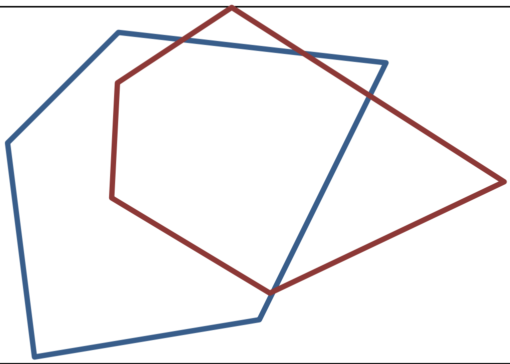
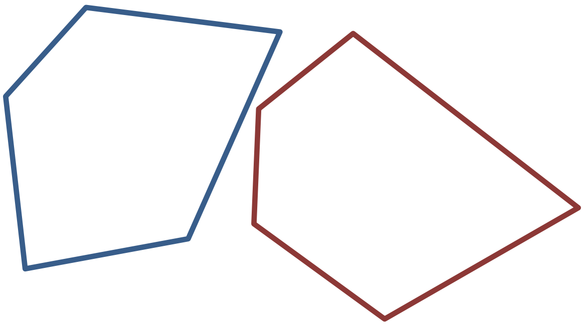
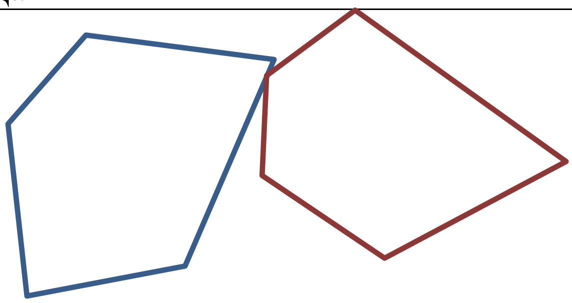
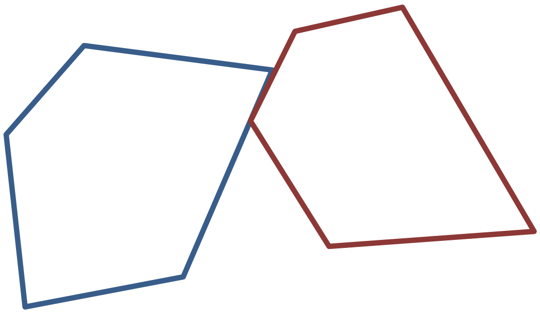
Вариант 2

Для двух пересекающихся многоугольников, которые имеют две точки пересечения (другие случаи рассматривать не требуется), определить область пересечения двух многоугольников



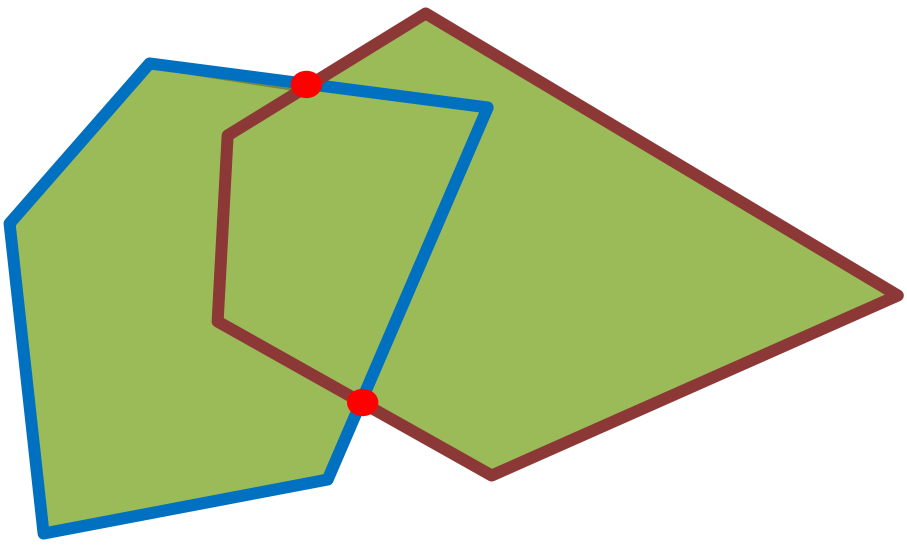
Вариант 3

Определить, пересекаются ли два многоугольника

	
Да	Нет
	
Да	Да

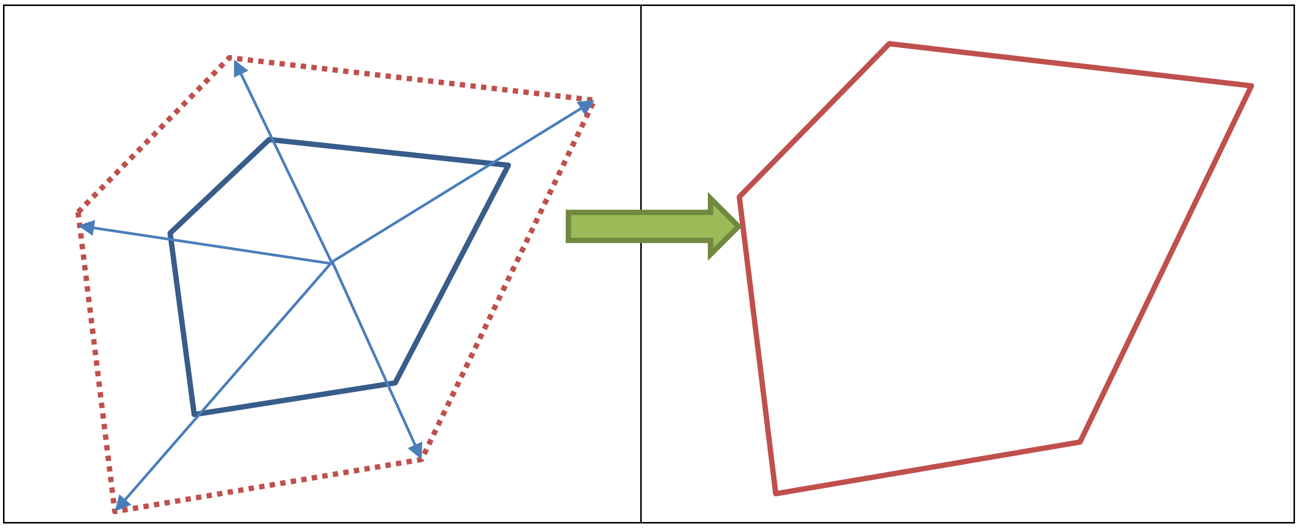
Вариант 4

Для двух пересекающихся многоугольников, которые имеют две точки пересечения (другие случаи рассматривать не требуется), определить область объединения двух многоугольников



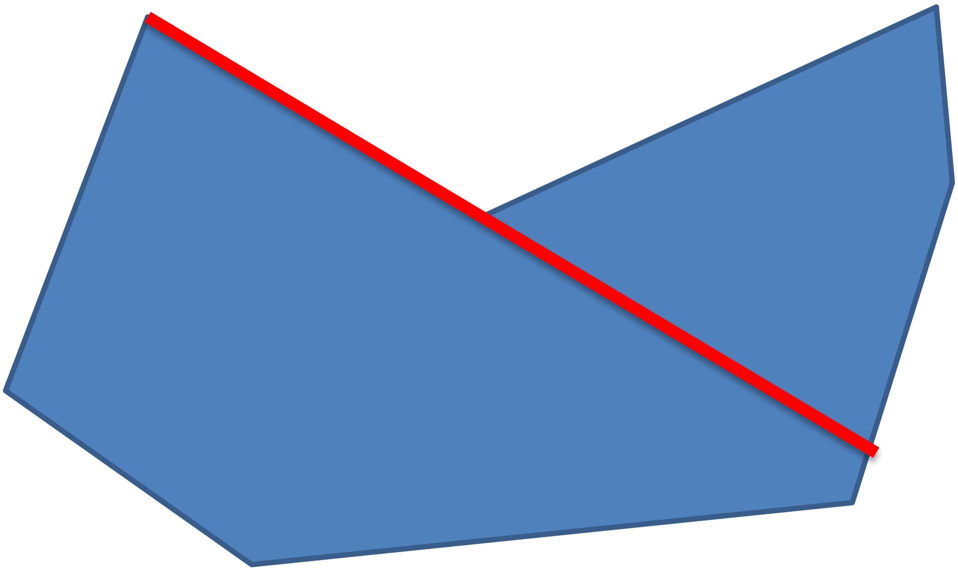
Вариант 5

Выполните масштабирование многоугольника относительно заданной точки. В результате должен быть получен новый многоугольник с вершинами, масштабированными относительно указанной точки с заданным коэффициентом.



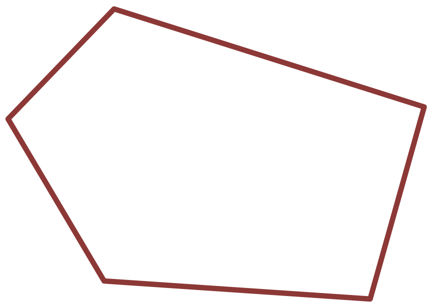
Вариант 6

Для невыпуклого многоугольника разбить его на объединение выпуклых многоугольников



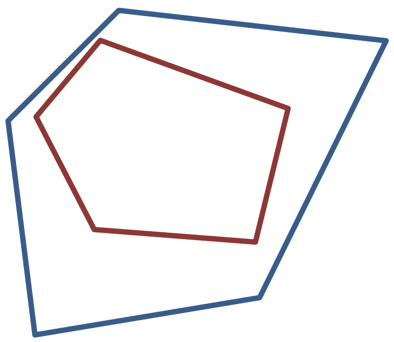
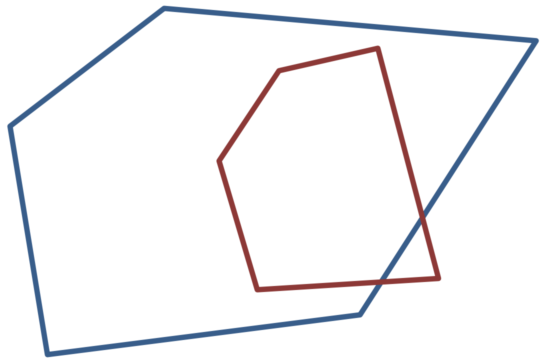
Вариант 7

Определить, является ли многоугольник выпуклым

	
Да	Нет

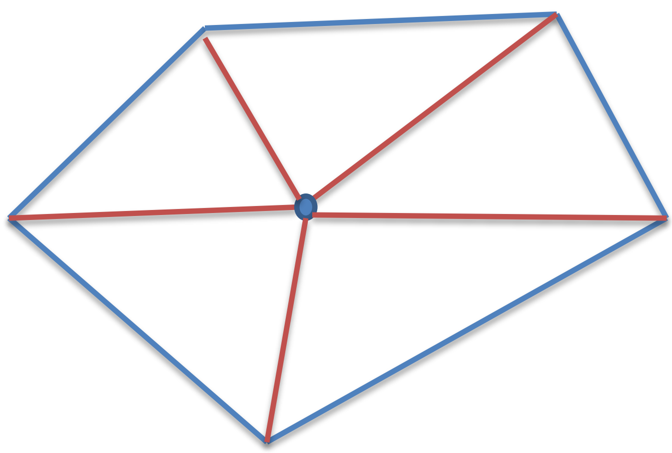
Вариант 8

Определить, содержит ли один многоугольник другой

	
Да	Нет

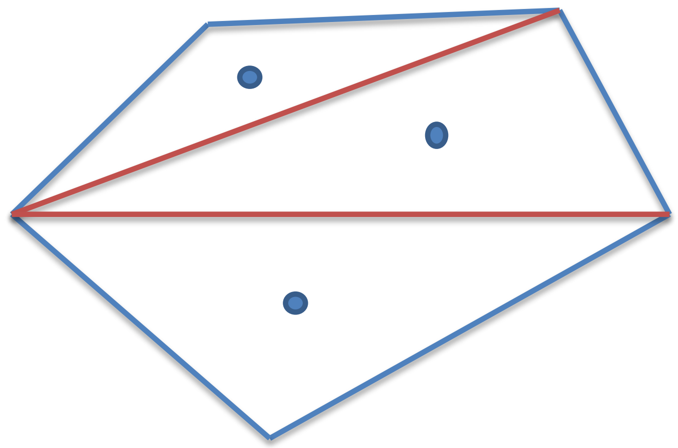
Вариант 9

Определите все треугольники, получающиеся разбиением заданного выпуклого многоугольника от центра масс к вершинам



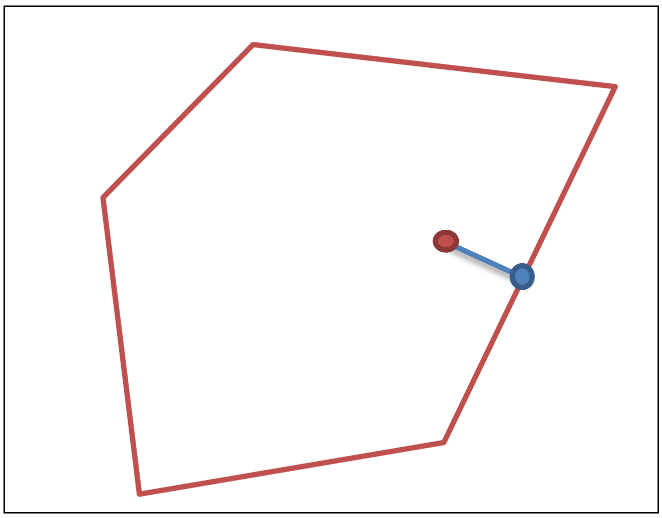
Вариант 10

Для выпуклого многоугольника определить внутреннюю точку, как среднее значение внутренних точек треугольников, на которые разбит многоугольник отрезками, соединяющими самую левую (если таких несколько, выбрать нижнюю) вершину со всеми остальными. Для треугольника внутренней является точка пересечения медиан.



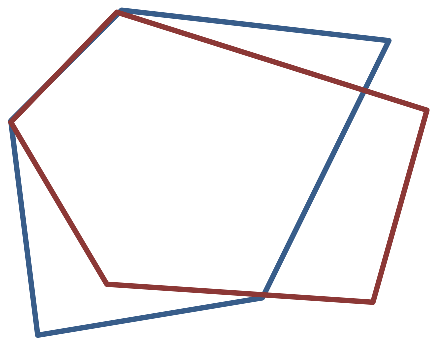
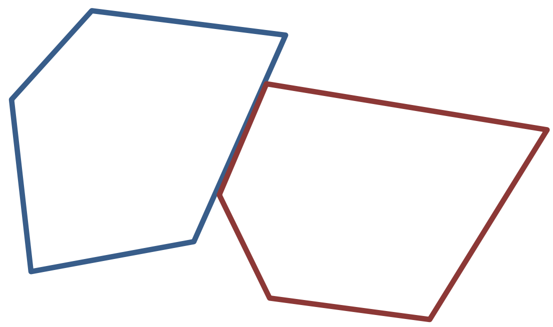
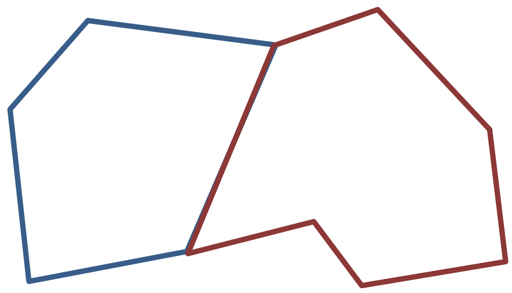
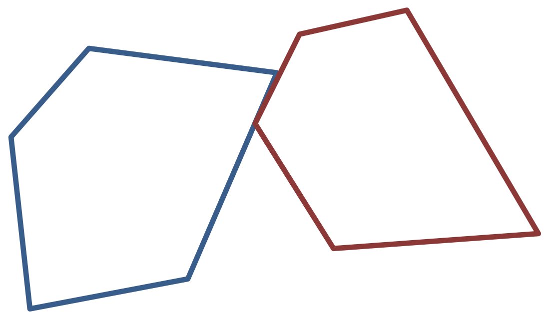
Вариант 11

Определите минимальное расстояние от заданной точки до многоугольника, а так же координаты ближайшей к ней точки на контуре.



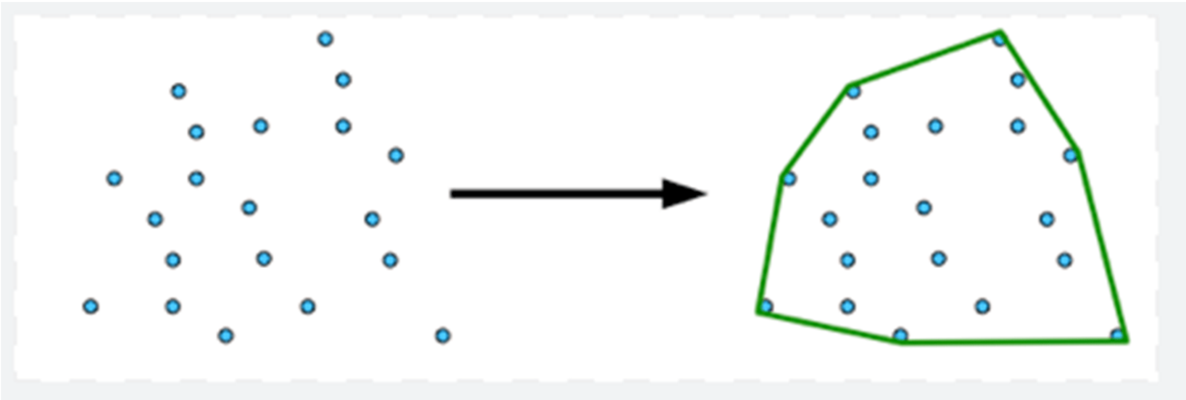
Вариант 12

Определить, есть ли у двух многоугольников совпадающие грани.

	
Да	Нет
	
Да	Нет

Вариант 13

Построить минимальную выпуклую оболочку для заданного набора точек. Требуется реализовать статический метод класса «Многоугольник», который по массиву точек строит многоугольник, представляющий их выпуклую оболочку наименьшего периметра (по, например, алгоритму Грэхема или Джарвиса).

[1]

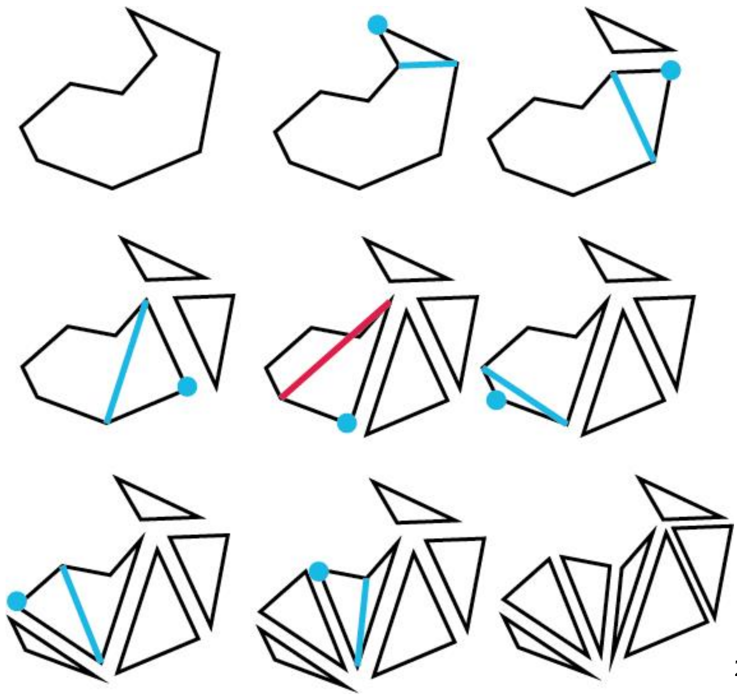
[1] https://i2.wp.com/miro.medium.com/1*VLUVzPEsedcodHdeLtFbMw.png

Вариант 14

Построить минимальный ограничивающий прямоугольник, полностью содержащий все вершины многоугольника.

Вариант 15

Для произвольного простого многоугольника (не обязательно выпуклого) выполнить его триангуляцию, то есть построить массив треугольников, таких что они не пересекаются, а их объединение формирует исходный многоугольник. Одним из простых методов является метод Ear clipping.

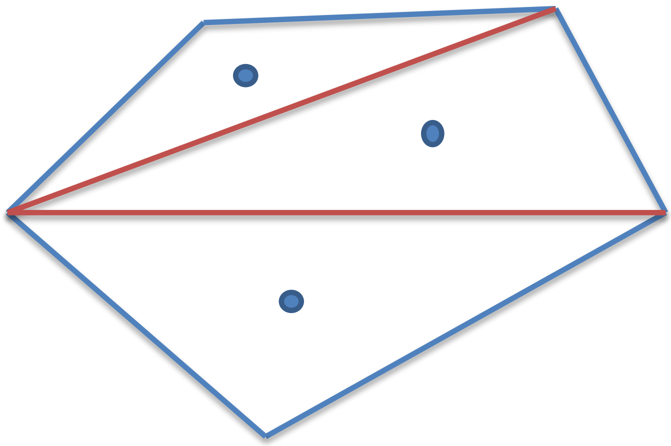

[2]

[2] https://uploads.gamedev.net/monthly_06_2014/medium.ccs-175326-0-96985400-1402010696.webp

Вариант 16

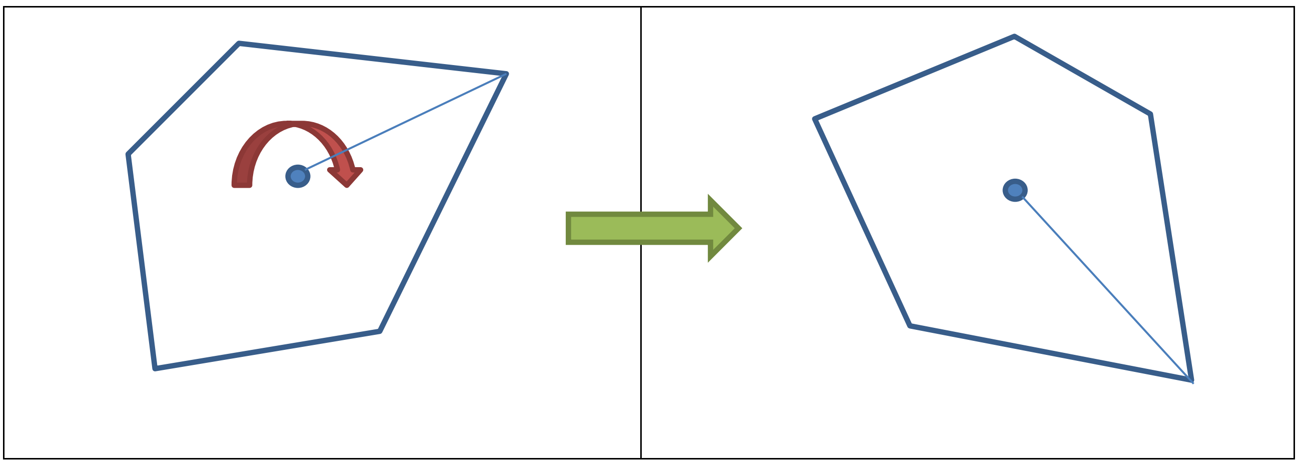
Вычислить координаты центроида (центра масс) многоугольника. Для произвольного простого многоугольника его геометрический центр находится следующим образом:

- надо разбить многоугольник на треугольники, например, проведя диагонали из первой вершины ко всем остальным (веерная триангуляция);
- для каждого треугольника центроид находится как среднее арифметическое вершин;
- общий центроид получается как взвешенное среднее центроидов треугольников с весами, равными их площадям: Для треугольника центроид совпадает с точкой пересечения медиан.



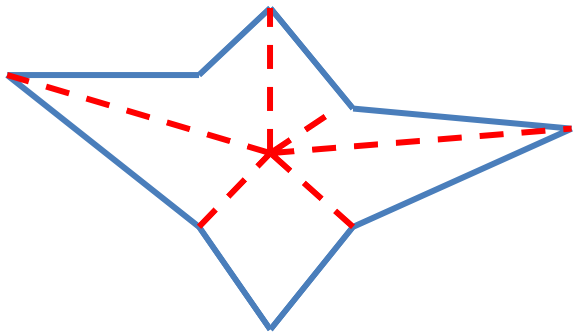
Вариант 17

Найти многоугольник, который получается поворотом всех вершин исходного многоугольника относительно заданной точки на указанный угол (в градусах или радианах).



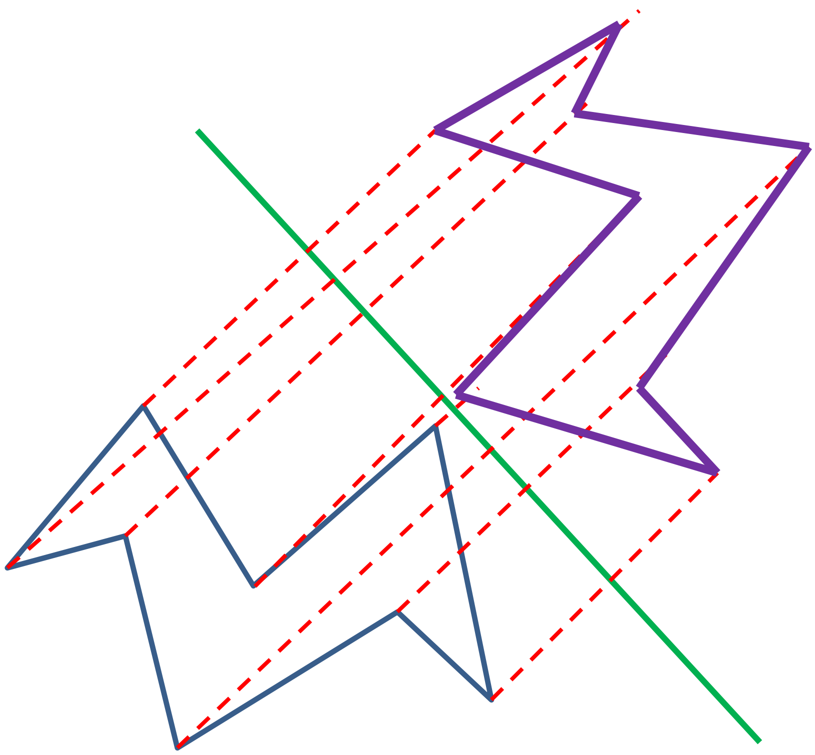
Вариант 18

Многоугольник называется звездчатым, если существует точка (ядро), из которой видны все точки многоугольника (т.е. отрезок, соединяющий эту точку с любой точкой многоугольника, целиком лежит внутри). Реализовать алгоритм проверки этого свойства и, если возможно, найти какую-либо точку ядра.



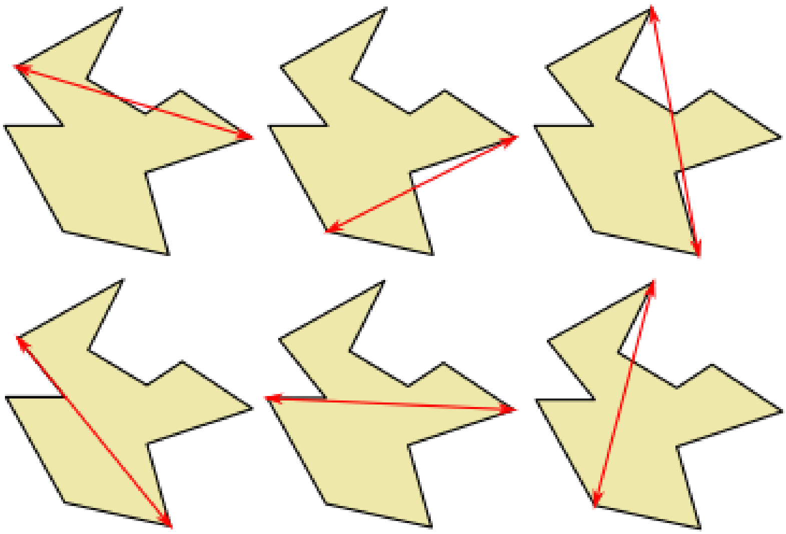
Вариант 19

Реализовать метод, который создает новый многоугольник, полученный зеркальным отражением исходного относительно заданной прямой. Прямая может быть задана двумя точками или точкой и направляющим вектором. Преобразование применяется к каждой вершине.



Вариант 20

Диаметр многоугольника – максимальное расстояние между любыми двумя точками, принадлежащими многоугольнику. Для выпуклого многоугольника реализовать эффективный алгоритм (вращающиеся калиперы), для невыпуклого допустим полный перебор всех пар вершин (так как диаметр достигается на вершинах). Требуется определить возвращает значение диаметра и любую пару точек (таких пар может быть несколько), на которых он достигается.


[3]

Вариант 21

Проверить, является ли многоугольник равносторонним (равноугольным).
Реализовать два метода: один проверяет, равны ли все стороны многоугольника с заданной точностью, другой – равны ли все внутренние углы. Для правильного многоугольника выполняются оба условия.

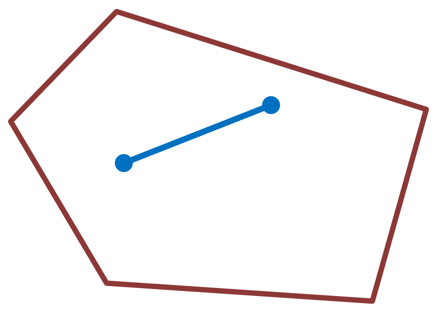
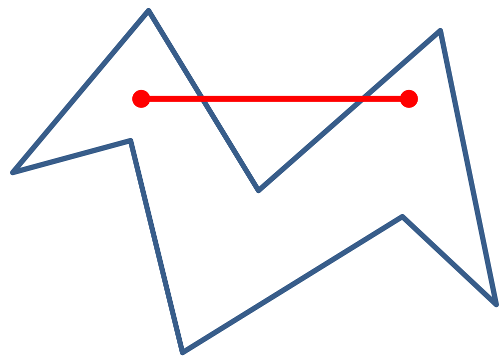
Вариант 22

Определить, являются ли два многоугольника подобными (с точностью до заданной погрешности). Подобие означает, что один может быть получен из другого путем комбинации переноса, поворота и равномерного масштабирования. Для этого необходимо сравнить последовательности углов и отношения длин сторон (с учётом циклического сдвига и возможного отражения).

[3] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b9/Rotating_Caliper_3x2.svg/250px-Rotating_Caliper_3x2.svg.png

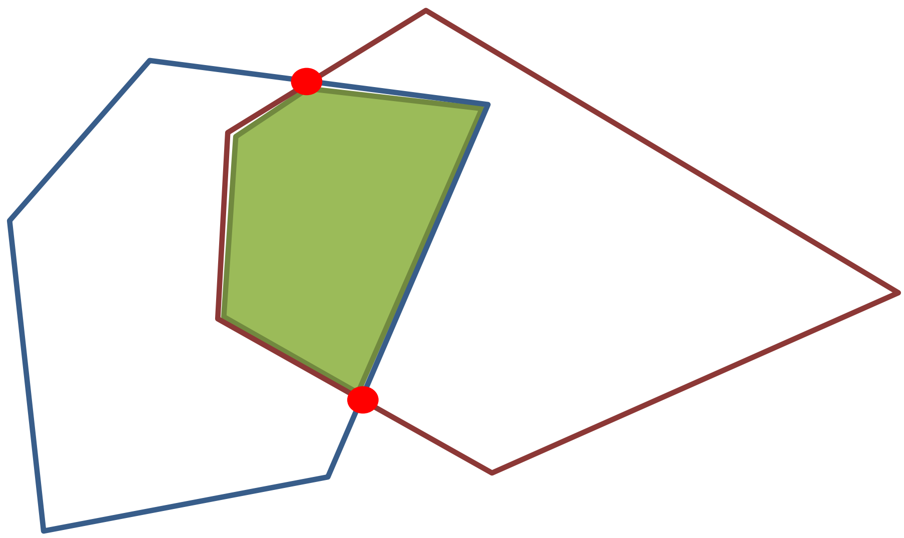
Вариант 23

Для отрезка, заданного двумя точками, определить, принадлежит ли весь отрезок (включая его внутренние точки) многоугольнику. Отрезок считается лежащим внутри, если обе его конечные точки находятся внутри или на границе и никакая внутренняя точка отрезка не лежит вне многоугольника (т.е. отрезок не пересекает границу).

	
Да	Нет

Вариант 24

Для двух пересекающихся многоугольников, которые имеют две точки пересечения (другие случаи рассматривать не требуется), определить область пересечения двух многоугольников



Вариант 25

Вычислить координаты центроида (центра масс) многоугольника. Для произвольного простого многоугольника его геометрический центр находится следующим образом:

- надо разбить многоугольник на треугольники, например, проведя диагонали из первой вершины ко всем остальным (веерная триангуляция);
- для каждого треугольника центроид находится как среднее арифметическое вершин;
- общий центроид получается как взвешенное среднее центроидов треугольников с весами, равными их площадям: Для треугольника центроид совпадает с точкой пересечения медиан.