

Análise e Verificação de Propriedades Geométricas de Polígonos

Efi Fuchs Santos da Silva
GRR20211775

Introdução

Este trabalho tem como objetivo implementar e analisar algoritmos relacionados à geometria computacional, mais especificamente voltados à análise de polígonos no plano 2D. O programa desenvolvido é capaz de identificar se polígonos são simples (sem auto-interseções), se são convexos, e também de verificar se um ponto arbitrário está localizado dentro de um polígono. Todo o desenvolvimento foi realizado utilizando TypeScript.

Descrição do Problema

O problema consiste na leitura de uma entrada que define um conjunto de polígonos e um conjunto de pontos, com o objetivo de:

1. Verificar se cada polígono é simples.
2. Verificar se cada polígono é convexo.
3. Determinar para cada ponto da entrada quais polígonos o contêm.

A entrada é composta inicialmente por dois inteiros: o número total de polígonos e a quantidade de pontos a serem testados. Em seguida, são listados os segmentos que compõem cada polígono e, ao final, os pontos a serem verificados.

Algoritmos Utilizados

1. Verificação de Simplicidade de um Polígono

Um polígono é dito simples se suas arestas não se cruzam, ou seja, nenhum par de segmentos que o compõe se intersecta, exceto nos vértices consecutivos. Para essa verificação, todos os pares de segmentos do polígono são comparados usando um algoritmo de interseção baseado na orientação dos pontos (produto vetorial / *cross product*).

2. Verificação de Convexidade

A convexidade de um polígono é determinada utilizando a função de orientação **CounterClockWise**, aplicada de três em três vértices consecutivos. O polígono é convexo se todas essas orientações forem consistentes (ou todas no sentido horário ou todas no sentido anti-horário).

3. Contenção de um Ponto em um Polígono

Para determinar se um ponto está dentro de um polígono, foi utilizado o algoritmo do "raio horizontal" (Ray Casting). Um raio é projetado a partir do ponto para a direita, e o número de vezes que esse raio cruza arestas do polígono é contado. Se esse número for ímpar, o ponto está dentro; se for par, está fora.

Este método também verifica se o ponto está exatamente sobre uma aresta, usando a função `onSegment`, que avalia se o ponto pertence ao intervalo formado por dois extremos.

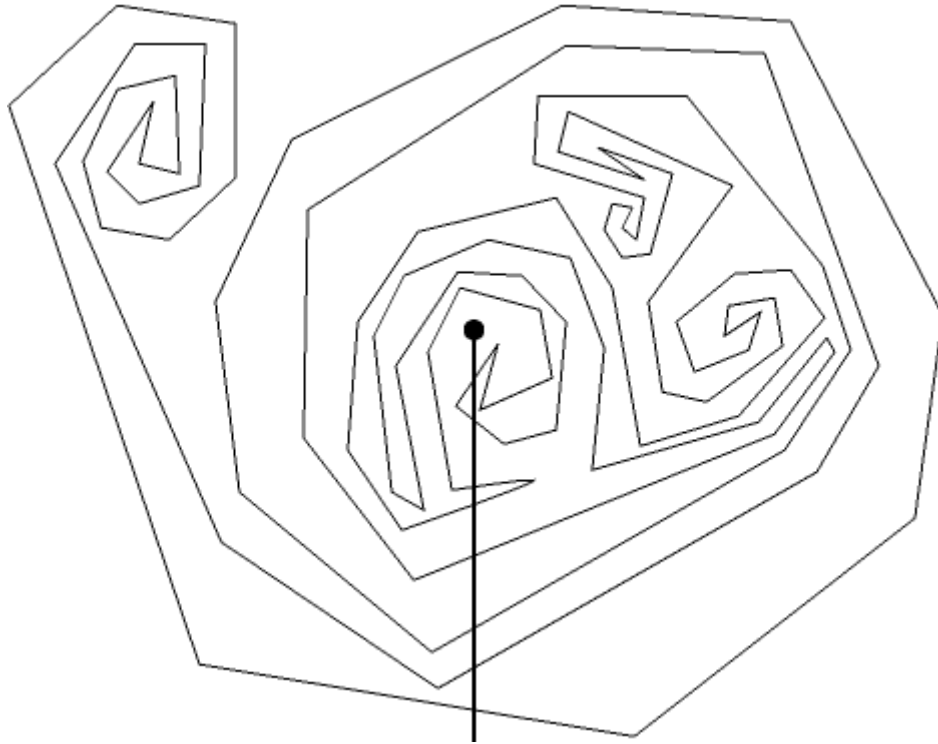


Figura 1 – Exemplo de verificação por *ray casting*. Fonte: [Algorithms, 4th Edition](#), acessado em abril de 2025.

Execução do Programa

O programa pode ser compilado com o seguinte comando no terminal:

```
./make
```

E deve ser executado da seguinte forma, utilizando um arquivo de entrada:

```
./poligonos < entrada.txt
```

O programa imprimirá para cada polígono se ele é simples ou não e se é convexo ou não. Em seguida, será impresso para cada ponto da entrada uma linha indicando os índices dos polígonos que o contêm.

Considerações Finais

Os algoritmos implementados demonstram comportamentos corretos para os objetivos propostos. A estrutura modular e orientada a objetos com classes `Point`, `Segment` e `Polygon` facilita a legibilidade e a manutenção do código. É importante destacar que embora os algoritmos utilizados não sejam otimizados para grandes volumes de dados, eles são eficientes e corretos para o escopo deste trabalho.

Referências

- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms*. MIT Press.
- <https://algs4.cs.princeton.edu/91primitives/> (acessado em abril de 2025) (Algorithms, 4th Edition)
- https://en.wikipedia.org/wiki/Point_in_polygon