Uma Possível Solução ao Problema do Maior Retângulo Livre em um Campo Minado

Carlos André Sousa Rodrigues

[*carlos.sousa@acad.pucrs.br*](mailto:carlos.sousa@acad.pucrs.br)

Faculdade de Informática – PUCRS

Porto Alegre – Brasil

10 de setembro de 2017

**Resumo**

Este artigo apresenta uma possível eficiente solução ao primeiro problema proposto na disciplina de Algoritmos e Estruturas de Dados II, no semestre 2017/02, cujo objetivo é desenvolver um algoritmo capaz de encontrar a maior área retangular possível livre em um campo minado, a partir da largura, altura, e quantidade de minas presentes neste campo, acompanhado da posição de cada uma. São apresentadas brevemente duas possíveis estratégias que poderiam ser usadas para a resolução, sendo uma extremamente mais eficiente que a outra, ao passo que uma solução concreta da melhor estratégia é explicada em detalhes, apresentando o resultado de alguns casos de teste.

**Introdução**

Para definir um campo minado, é dado como entrada um arquivo texto contendo todos os dados necessários para sua representação. Este arquivo é composto basicamente por duas partes:

1. Na primeira linha, 3 números são informados (w h m), sendo o primeiro a largura do campo (variando de 1 à w), seguido da altura do campo (também variando de 1 à h), e por último, a quantidade de minas terrestres presentes no campo.
2. Da segunda linha em diante, são apresentados dois números (x y) que representam as posições das m minas dispostas no campo, sendo x um número que varia de 1 à h, e y variando de 1 à w. De maneira similar, podemos interpretar x e y como sendo a linha e a coluna de determinada mina, respectivamente.

O desafio é encontrar a maior área retangular livre de minas terrestres no campo apresentado, informando sua localização e área. Alguns casos de teste foram propostos, que variam de 10.000 w **x** 10.000 h com 100 minas, à 100.000 w **x** 100.000 h com 1.000 minas. Todos os casos:



**Estratégia 1**

Este problema poderia ser resolvido de uma maneira pouco eficiente, sendo talvez o tipo de solução mais intuitiva ao nos depararmos com algum problema assim. O plano aqui seria considerar nosso campo minado como sendo uma grade, que incorporaria linhas e colunas bem definidas, e suas coordenadas, minadas ou não. Para sua possível implementação física, poderiam ser utilizadas estruturas como uma matriz, ou apenas uma relação numérica para iterar sobre todos os espaços (livres ou não), dentre várias outras possíveis. O fato é que aqui estaríamos interessados em considerar toda a estrutura do campo, tanto os espaços livres quanto os espaços minados, de maneira física. Aqui podemos nos deparar com dois principais problemas:

1. Memória: ao tentarmos, por exemplo, utilizar uma matriz para guardar nosso campo minado, deve-se levar em consideração o tamanho, o que para pequenos campos funcionaria perfeitamente, porém, para os casos que apresentam campos maiores, como os casos testes que serão discutidos, essa estratégia não é adequada.
2. Processamento: para a busca do maior retângulo livre, provavelmente teríamos de, no mínimo, iterar uma vez sobre a representação de cada célula do campo. Considerando o tamanho dos campos em que estamos interessados, na melhor das hipóteses esse processo ainda seria custoso em termos de processamento.

Finalizando, podemos concluir que se estamos interessados em analisar a complexidade (O, Ω, Θ) de algum algoritmo que utilize essa estratégia, os N elementos a serem levados em consideração seria igual à área total do campo, o que, por exemplo, no caso de teste 100.000 x 100.000, N seria 1010.

**Estratégia 2**

Felizmente, existem maneiras mais eficientes de se resolver o problema proposto, ao qual discutiremos neste tópico.

Analisando os campos minados dos casos de teste, é possível ver a clara diferença de proporção entre as células livres e as células minadas. Todos os casos, em conjunto, obedecem a uma regra de proporção. A medida que avançamos do primeiro ao último caso teste, apesar da dimensões do campo e o número de minas crescerem aritmeticamente (mantendo certa proporção entre si), a área total resultante do produto das duas dimensões cresce de maneira quadrática. Logo, a proporção entre o número de minas e as células livres aumenta, neste universo, exatamente em 1.000.000 a cada teste.

Após essa breve observação, temos um recurso extremamente importante a ser aproveitado: o número de células cresce quadraticamente, mas o número de minas cresce de maneira linear. Como estamos preocupados em uma solução eficiente para grandes campos minados, e sabendo que o número de minas é bem menor que o número de células livres, podemos manter o foco sobre as minas presentes no campo, tirando proveito de sua localização.

Nosso interesse aqui seria armazenar apenas as células minadas em alguma estrutura, e a partir disso, construir um algoritmo que analise as razões matemáticas entre as minas e as delimitações do campo (w e h) para enumerar todos os retângulos livres, e ao fim, encontrar aquele de maior área. Essa foi a estratégia utilizada para a construção da solução proposta neste artigo.

**Solução**

**Casos de teste**

**Conclusão**