MAC–IME–USP

Carlos Eduardo Ferreira
Sala 108C Tel.: 3091 6135
e-mail cef@ime.usp.br
Monitor Bruno Klava
e-mail klava@linux.ime.usp.br

MAC323 – Estruturas de Dados – 1. sem de 2005

Exercício-Programa 3 – Entrega: **2 de junho**

Cubebombing

Dois amigos descobriram um novo jogo de videogame chamado **Cubebombing** e logo ficaram viciados nele. O jogo se passa no ano de 2257 e é bem bobinho. Alienígenas de uma galáxia distante estão atacando a federação e sua tarefa é proteger o espaço usando as tais cubebombs. Os alienígenas são invisíveis a olhos humanos (apesar do presidente da federação, Mestre Yoda dizer que sente a força deles), assim sua busca é cega. As bombas são muito eficientes em matar os alienígenas, porém a indústria bélica da federação estava meio enferrujada depois que os Klingows se renderam, e as bombas têm diferentes poderes de explosão. A tarefa do jogador é definir uma estratégia de explosão das bombas que preencha todo o espaço com o menor número de bombas (a federação enfrenta uma grave crise econômica no século XXIII). A seguir são dados mais detalhes.

O espaço da federação a ser defendido pode ser visto como um paralelepípedo de dimensões $x \times y \times z$ (considere que a origem é o canto inferior, esquerdo da frente deste poliedro). Quando uma bomba de poder de explosão d explode no ponto (a, b, c) do espaço ocorrem duas coisas:

- tudo dentro do quadrante em que o ponto (a, b, c) se encontra e no cubo centrado no ponto com lado $2d$ é destruído (os cantos do cubo são $(a - d, b - d, c - d)$ e $(a + d, b + d, c + d)$);
- o quadrante em que o ponto se encontra é dividido em até no máximo 6 novos quadrantes, conforme a figura abaixo.

Note que se uma bomba explodir no centro de um quadrante em que uma das dimensões é menor que $2d$ o poder de explosão da bomba não ultrapassa os limites do quadrante.

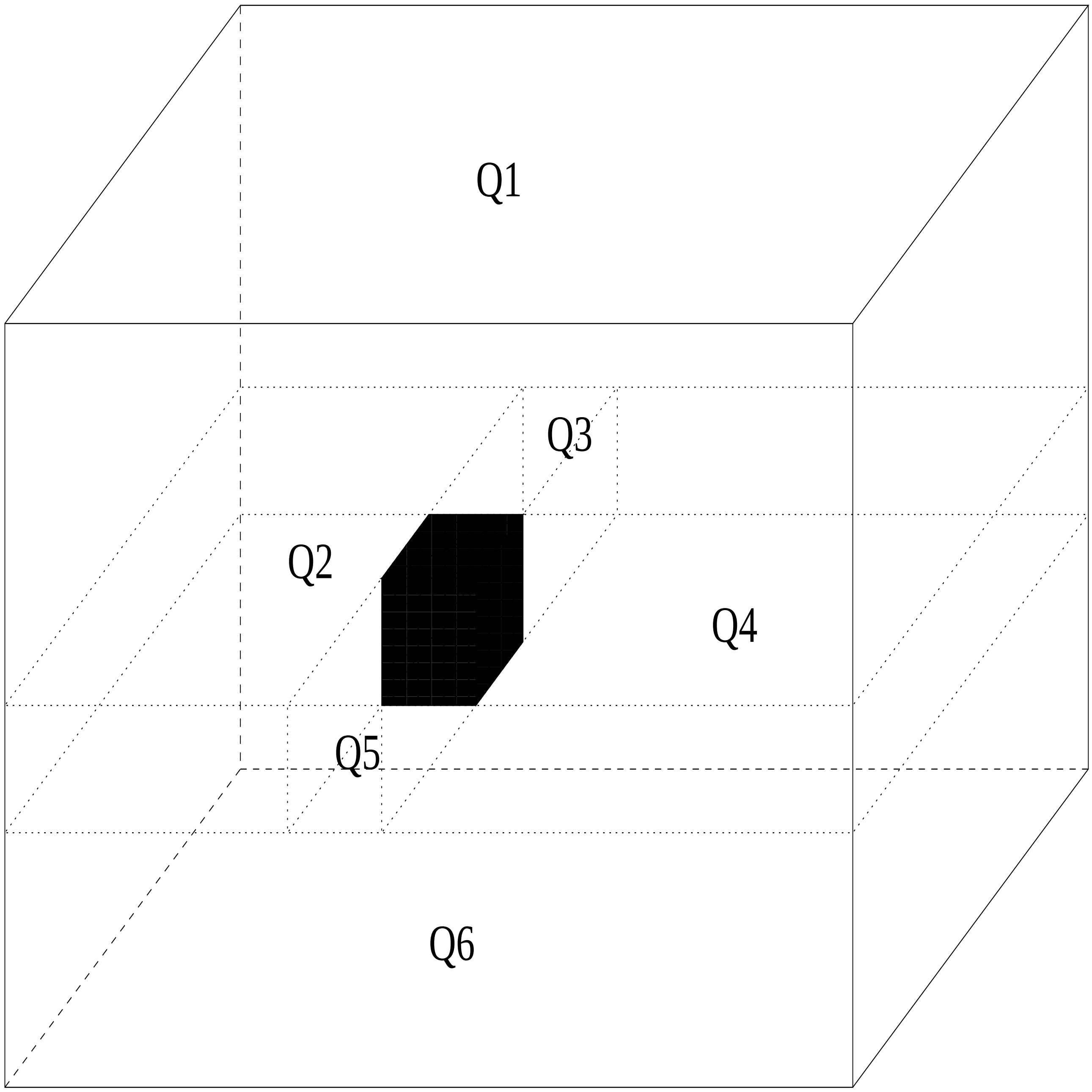

Figura 1: Ao explodir a bomba os quadrantes Q1, ... Q6 são criados.

No jogo o jogador recebe uma a uma as bombas produzidas pela indústria da federação, verifica qual seu poder bélico e determina em que ponto do espaço a bomba será explodida. Com a explosão um cubo fica destruído e novos quadrantes surgem no espaço.

Sua tarefa neste EP será comparar as estratégias dos dois amigos. O primeiro deles denomina sua estratégia com o singelo nome de "Detona tudo". A estratégia funciona da seguinte forma. Ele procura entre os quadrantes ainda não destruídos tais que a menor de suas dimensões é maior que $2d$ aquele que tem esta dimensão mínima (se houver empates ele escolhe aquele em que a segunda e, se persistir o empate, terceira dimensão é menor. Se dois quadrantes empatarem nas três dimensões escolha o com menor valor na primeira dimensão, se empatar, na segunda e assim por diante) e explode a bomba no centro deste quadrante. A idéia dele é não desprezar o poder bélico das bombas e atacar os menores quadrantes primeiro.

O segundo amigo tem uma estratégia diferente. Ele a chama de "Atacando pelas beiradas". A estratégia consiste de achar o quadrante ainda não destruído mais próximo da origem, e atacar este quadrante o mais próximo da origem, independentemente de desperdiçar uma parte do poder bélico da bomba. Por mais próximo ele entende o quadrante cuja ponta inferior esquerda e da frente esteja mais próxima da origem. Mas, note que outras noções de distância poderiam ser definidas e testadas.

Neste EP vocês deverão fazer vários testes, gerando várias seqüências de bombas e mostrando em quantos casos ganha cada uma das estratégias. Fique à vontade para sugerir outras estratégias, combinar as duas, etc. Entregue junto com seu EP um pequeno relatório com seus testes comparando as duas estratégias e outras que você vier a implementar.

Em cada uma das simulações, você deverá manter duas árvores rubro-negras. Em uma delas estarão os quadrantes ainda não destruídos em que a chave da busca é o tamanho da menor dimensão do quadrante (que será usado pela primeira estratégia). Na segunda árvore a chave será a distância do quadrante à origem do espaço (para a segunda estratégia). Implemente as funções de inserção e remoção em árvores rubro-negras de forma geral para que seja simples usar as mesmas funções nas duas estruturas (ou em outras que vocês resolvam testar também). Não será permitido o uso de bibliotecas em que estas estruturas de dados já estejam disponíveis.