

MAC 323 - Estruturas de Dados

Primeiro semestre de 2009

Músicas aleatórias – Entrega: 1 de julho de 2009

Prof. C. estava cansado das músicas atuais. Para ele música boa precisa ter pelo menos 300 anos. Pagode, hip-hop, rock, axé, jazz e funk são variações de barulho praticamente indistinguíveis.

Conhecedor de processos estocásticos, ele resolveu criar suas próprias músicas, baseado, é claro, nas obras dos grandes compositores clássicos. Para gerar uma nova música ele usa a seguinte abordagem. Considere várias músicas dadas através da sequência de notas e tempos de cada nota. Crie, com essas músicas os seguintes grafos dirigidos: um grafo para a melodia e um para o ritmo. Para o grafo da melodia temos um vértice para cada p -upla de notas (dadas através de suas frequências) $(x_1, x_2, \dots, x_p), x_i \in Z_+$ ($x_i = 0$ significa uma pausa). Existe um arco ligando $x^1 = (x_1^1, x_2^1, \dots, x_p^1)$ a $x^2 = (x_1^2, x_2^2, \dots, x_p^2)$ com peso k se $x_2^1 = x_1^2, x_3^1 = x_2^2, \dots, x_i^1 = x_{i-1}^2, \dots, x_p^1 = x_{p-1}^2$ e além disso, em k trechos das músicas dadas a nota x_p^2 ocorre depois da p -upla x^1 . Por exemplo, se $p = 3$, e a nota de frequência 127 ocorrer em 22 trechos das músicas logo após a tripla (17, 83, 114) então no grafo há um arco de peso 22 ligando (17, 83, 114) com (83, 114, 127). O grafo do ritmo é muito semelhante. Temos um vértice para cada p -upla de duração das notas $(t_1, t_2, \dots, t_p), t_i \in Z_+$. Existe um arco ligando $t^1 = (t_1^1, t_2^1, \dots, t_p^1)$ a $t^2 = (t_1^2, t_2^2, \dots, t_p^2)$ com peso k se $t_2^1 = t_1^2, t_3^1 = t_2^2, \dots, t_i^1 = t_{i-1}^2, \dots, t_p^1 = t_{p-1}^2$ e além disso, em k trechos das músicas dadas a duração t_p^2 ocorre depois da p -upla t^1 .

Com esses grafos dirigidos montados podemos fazer neles passeios aleatórios (independentes para cada grafo) em que os pesos das arestas definem uma distribuição de probabilidades. O passeio é uma cadeia de Markov. Assim, se estamos em um vértice v e a soma dos pesos dos arcos que saem de v é s , a probabilidade de seguirmos por um determinado arco é dada pelo peso do arco dividido por s . Ao selecionarmos um arco sabemos qual frequência deve ser tocada (quando estamos no grafo da melodia) e qual a duração da nota (quando no grafo do ritmo). Note que cada par de passeios nestes grafos geram uma nova música, que será parecida com as obras do mestre, mas sempre diferente. Dessa forma, o Prof. C. não precisará recorrer sempre às mesmas músicas, e poderá gerar novas obras a cada execução.

Sua tarefa neste EP é fazer um gerador de músicas aleatórias para o Prof. C. baseado na ideia acima. Para construir os grafos você deverá verificar, para cada p -upla de frequências (e tempos), se um vértice correspondente já foi gerado no grafo. Para isso você deverá usar uma tabela de hashing, implementando **hashing universal**. Os grafos deverão ser armazenados usando listas de adjacências.

Bônus

Da forma que descrevemos o EP acima precisamos de um bom jeito de transformar um arquivo com uma música (por exemplo em formato MIDI) para o formato esperado de entrada do EP, em que as frequências das notas e seus tempos são dados. Da mesma forma, precisamos de um programa para converter o arquivo de saída em um arquivo MIDI para que possamos ouvi-lo. Há um formato de notação de um arquivo musical conhecido como **notação abc**:

[http://en.wikipedia.org/wiki/ABC_\(musical_notation\)](http://en.wikipedia.org/wiki/ABC_(musical_notation))

Essa notação é muito usada para representar músicas, e há grandes repositórios de músicas escritas nessa notação, que vocês poderiam usar como entrada de seu programa:

<http://trillian.mit.edu/~jc/cgi/abc/tunefind/>

Além disso, existem programas para converter um arquivo abc de/para MIDI:

<http://abc.sourceforge.net/abcMIDI/>

Você poderia aplicar a mesma ideia do EP para gerar músicas tendo como entrada arquivos na notação abc. Os alunos que fizerem isso terão um bônus em suas notas.