

Trabalho Prático 2

Algoritmos I

Entrega: 25/10/2019

1 Introdução

O Arquipélago de San Blas é um conjunto de 365 ilhas pertencentes ao Panamá. Esse lugar paradisíaco fica localizado no mar do Caribe e é conhecido pelas águas transparentes, pelas praias de areia branca e por ser a casa dos índios Kunas. Nesse ano, o local ficou ainda mais conhecido devido às gravações do seriado *La casa de papel*. Outra curiosidade é que um relatório publicado pelo Painel Intergovernamental para mudanças climáticas ¹ (IPCC) em 2007 apontou que, com o derretimento das calotas polares, o mar pode subir entre 19 e 59 centímetros em 80 anos, fazendo com que esse local desapareça.



Figura 1: Ilha localizada no arquipélago San Blas

Sabendo do risco das ilhas desaparecerem e sendo muito fã do seriado *La casa de papel*, Luiza economizou dinheiro para visitar o local com suas amigas. Três meses antes da viagem, Luiza e suas colegas começaram a planejar quais ilhas elas iriam visitar. Para isso, elas estabeleceram notas para cada uma das ilhas (possíveis de visita  o) de acordo com o quanto elas gostariam de conhecer o local. Por exemplo, a Isla

¹<http://bit.do/relatorioIPCC>

Salardup (Ilha das Estrelas), que é conhecida por ter muitas estrelas do mar, recebeu a maior pontuação possível entre as colegas. A pontuação dada pelas meninas equivale a ficar um dia naquela ilha.

O problema é que não será possível visitar todas as ilhas que Luiza gostaria, pois o dinheiro disponível para a viagem é limitado. Assim, as amigas pesquisaram, para cada uma delas, qual era o custo de ficar em cada ilha por dia (considerando transporte, acomodação e alimentação). Depois de conversarem muito, elas decidiram analisar dois tipos de roteiro. No primeiro caso, dado um orçamento máximo disponível para ser gasto por cada pessoa, qual a maior pontuação possível ao escolher um conjunto de ilhas, podendo ocorrer repetições (elas ficariam na mesma ilha por mais de um dia). A maior pontuação equivale à soma das pontuações de cada visita diária incluída no roteiro. A outra possibilidade de roteiro analisada é dado o orçamento máximo a ser gasto por cada menina, qual a maior pontuação possível, sem repetições de ilhas.

2 O que fazer?

O objetivo deste trabalho é, dado um valor inteiro N , que representa o valor máximo possível de ser gasto por cada menina e um conjunto M de ilhas com seus custos e pontuações por dia, desenvolver duas soluções:

1. **Utilizando algoritmo guloso determinar:** (a) a maior pontuação possível se as meninas escolherem um roteiro no qual pode haver repetições de ilhas (ficar mais de um dia na mesma ilha) e (b) a quantidade de dias que durará a viagem. O tempo de execução do seu algoritmo para esse problema não deve ser superior a $O(m \lg m)$;
2. **Utilizando programação dinâmica determinar:** (a) a maior pontuação possível se as meninas escolherem um roteiro no qual não pode haver repetições de ilhas e (b) a quantidade de dias que durará a viagem. O tempo de execução do seu algoritmo para esse problema não deve ser superior $O(n * m)$;

Para ilustrar, vamos considerar que o valor máximo N a ser gasto por cada menina é de 6000 reais (sempre serão valores inteiros, ou seja, não tem valor em centavos). Também iremos considerar que o número M de ilhas pontuadas foram 5. Cada ilha possui um custo e uma pontuação por dia de visita. Os dados são apresentados na Tabela 1 a seguir:

Ilha	Custo por dia de visita	Pontuação por dia de visita
1	1000	30
2	2000	32
3	500	4
4	5000	90
5	2200	45

Tabela 1: Exemplo de custos e pontuações de 5 ilhas

No primeiro caso, a pontuação máxima considerando a repetição de ilhas será de 180, pois o valor máximo ocorre no caso em que Luiza e suas amigas ficam 6 dias na ilha 1 ($6000/1000 * 30$). Já para o segundo caso, a maior pontuação seria 120, na qual elas ficariam um dia na ilha 4 e um dia na ilha 1 ($90 + 30$), totalizando uma viagem de 2 dias.

3 Os arquivos de entrada

Na primeira linha são dados dois inteiros, em que N é o custo máximo em reais (sempre valores inteiros) a ser gasto na viagem e M é a quantidade de ilhas pontuadas no problema. Nas próximas M linhas, são dados dois inteiros. O primeiro deles, D, representa o custo de ficar um dia na ilha. O segundo, P, representa a pontuação atribuída por Luiza e suas amigas ao local por dia de visita.

Arquivo de entrada

```
6000 5 // <Valor máximo a ser gasto> <Qtd Ilhas>
1000 30 // <custo> <pontuação>
2000 32
500 4
5000 90
2200 45
```

4 O arquivo de saída

A saída contém duas linhas. Na primeira deve ser impressa a pontuação total para o problema 1 (que pode repetir ilhas) e a quantidade de dias que durará a viagem. Na linha dois deve ser impressa a pontuação total para o problema 2 (que não pode repetir ilhas) e a quantidade de dias que durará a viagem.

Saída Esperada

```
180 6 // <pontuação caso 1> <Qtd dias caso 1>
120 2 // <pontuação caso 2> <Qtd dias caso 2>
```

5 Avaliação Experimental

Para a avaliação experimental o aluno deverá realizar as seguintes atividades:

- Análise do tempo de execução do algoritmo - Validar se a complexidade reportada na documentação, guardando os tempos de execução e colocando esses valores em gráficos para melhor visualização. Para isso, execute os algoritmos (**Algoritmo Guloso e Programação Dinâmica**) mais de uma vez para entradas com o mesmo tamanho de ilhas (no mínimo 10 vezes), com custos e pontuações variadas e valor máximo permitido variáveis, guardando o tempo de execução e reportando a **média** e o **desvio padrão** deste tempo. Faça isso para vários números de ilhas (exemplo: 4, 8, 12, 16, 20, ... etc).
- Considerando o item anterior, discutir as saídas das duas abordagens (**Algoritmo Guloso e Programação Dinâmica**) de modo a responder qual alternativa seria mais vantajosas para cada abordagem: conhecer mais lugares ou aumentar o tempo de estadia no local.

5.1 Média e Desvio Padrão

Conforme requerido no item acima, para a avaliação experimental é necessário que o aluno faça o cálculo da média e o cálculo do desvio padrão do tempo de execução.

Para o cálculo da média (μ), utilize a seguinte fórmula:

$$\mu = \frac{\sum_{n=1}^k t_n}{K} \quad (1)$$

Onde n é o número da execução, t_n representa o tempo de cada execução e K o número total de execuções.

Para o cálculo do desvio padrão (σ), utilize a seguinte fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^k |t_n - \mu|^2}{K - 1}} \quad (2)$$

Onde n é o número da execução, t_n representa o tempo de cada execução, μ representa a média do tempo de execuções e K o número total de execuções.

6 O que deve ser entregue

Você deve submeter um arquivo compacto (**zip**) no formato **seu_nome_sua_matrícula** via Moodle contendo:

- todos os arquivos do código *.c*, *.cpp* e *.h* que foram implementados,
- um arquivo *makefile*² **que crie um executável tp2**,
 - **ATENÇÃO:** O makefile é para garantir que o código está sendo compilado corretamente, de acordo com o modo que vocês modelaram o programa. É **essencial** que ao digitar “make” na linha de comando dentro da pasta onde reside o arquivo makefile, o mesmo compile o programa e gere um executável chamado **tp2**.
- sua documentação.

Sua documentação deve ter até 10 páginas contendo:

- uma breve descrição do problema,
- explicações sobre os princípios de projetos adotados. Explique porque no primeiro problema é utilizado um algoritmo guloso e no segundo programação dinâmica. Apresente também como sua solução de programação dinâmica foi construída (como o problema foi subdividido em subproblemas). Para tal, artifícios como pseudo-códigos, exemplos ou diagramas podem ser úteis. Note que documentar uma solução não é o mesmo que documentar seu código. Não inclua textos de códigos em sua documentação.
- análise de complexidade da solução proposta (espaço e tempo). Cada complexidade apresentada deverá ser devidamente justificada para que seja aceita.
- prova de corretude do algoritmo.

²https://pt.wikibooks.org/wiki/Programar_em_C/Makefiles

- avaliação experimental.

O seu TP deverá ser entregue de acordo com a data especificada no moodle. A penalidade em porcentagem para os TPs atrasados é dada pela fórmula $2^{d-1}/0.16$.

7 Implementação

7.1 Linguagem, Ambiente e Parâmetros

O seu programa deverá ser implementado nas linguagens **C** ou **C++** e poderá fazer uso de funções da biblioteca padrão da linguagem. Trabalhos que utilizem qualquer outra linguagem de programação e/ou que façam uso de bibliotecas que não a padrão não serão aceitos. Além disso, certifique-se que seu código compile e execute corretamente nas máquinas **Linux** dos laboratórios do **DCC**.

ATENÇÃO: O arquivo da entrada deve ser passado como parâmetros para o programa através da linha de comando (e.g., `$./main ilhas.txt`) e imprimir a saída no **stdout** (com `printf`), não em um arquivo.

ATENÇÃO: certifique-se que o programa execute com os três arquivos passados como exemplos junto com a documentação no Moodle (dataset_tp2.zip), sem alterar os arquivos passados. Isso vai garantir que seu programa vai conseguir ler corretamente os arquivos do corretor automático.

7.2 Testes

A sua implementação passará por um processo de correção automática, o formato da saída de seu programa deverá ser idêntico aquele descrito nas seções anteriores. Saídas diferentes serão consideradas erro para o programa. Para auxiliar na depuração do seu trabalho, será fornecido um pequeno conjunto de entradas e suas saídas. É seu dever certificar que seu programa atenda corretamente para qualquer entrada válida.

7.3 Qualidade do código

É importante prestar atenção para a qualidade do código, mantendo-o organizado e comentado para não surgir dúvidas na hora da correção. Qualquer decisão que não estiver clara dada a documentação e a organização do código será descontada na nota final.

8 Consideração Final

Assim como em todos os trabalhos dessa disciplina é estritamente proibido a cópia parcial ou integral de códigos, seja da internet ou de colegas. Seja honesto! Você não aprende nada copiando código de terceiros. Se a cópia for detectada, sua nota será zerada e o professor será informado para que as devidas providências sejam tomadas.