Disciplina: Teoria da Computação N
Código: INF05501
Turma: A
Professor: Rafael Santos Coelho
Entrega: até 10/11/2019
Data de divulgação: 11/09/2019

TRABALHO DE PROGRAMAÇÃO EM MÁQUINAS DE TURING

Questão 1: (2,5 pontos) `[bit.mt]` Considere a seguinte sequência infinita de *bits* $0, 1, 1, 0, 1, 0, \ldots$ cujo n-ésimo termo t_n é definido como descrito a seguir:

$$t_n = \begin{cases} 0 & \text{se } n = 0, \\ t_{n/2} & \text{se } n > 0 \text{ e } n \text{ é par}, \\ 1 - t_{(n-1)/2} & \text{se } n > 0 \text{ e } n \text{ é ímpar}. \end{cases}$$

Programe uma máquina de Turing que receba de entrada um número natural n **codificado em unário no alfabeto** $\{1\}$ (ou seja, $\underbrace{111\ldots11}_{n\ 1\text{'s}}$ se $n > 0$ ou ε se $n = 0$) e retorne o *bit* t_n. Seguem alguns casos de teste:

- Sua máquina de Turing, ao receber de entrada ε (fita vazia), deve retornar 0;
- Sua máquina de Turing, ao receber de entrada 1, deve retornar 1;
- Sua máquina de Turing, ao receber de entrada 11111, deve retornar 0;
- Sua máquina de Turing, ao receber de entrada 1111111, deve retornar 1.

Questão 2: (2,5 pontos) `[morse.mt]` Programe uma máquina de Turing que receba de entrada um número natural n na base 10 (**possivelmente com 0's à esquerda**) e retorne a tradução de n, algarismo por algarismo, para código Morse sobre o alfabeto $\{.,\text{-}\}$ (no contexto deste trabalho, assumimos que o alfabeto do código Morse é formado por dois símbolos, a saber o ponto final . e o sinal de subtração usual ou o hífen -; **não** confundir com o meia-risca – ou o travessão —). Veja a Tabela 1 na página seguinte para saber a tradução de cada algarismo arábico para código Morse. **Sua máquina de Turing, ao receber de entrada ε (fita vazia), deve retornar ε (fita vazia).** Seguem alguns casos de teste:

- Sua máquina de Turing, ao receber de entrada 0015, deve retornar ----------.----.....
- Sua máquina de Turing, ao receber de entrada 230, deve retornar ..---...-------
- Sua máquina de Turing, ao receber de entrada 87, deve retornar ---..--...

Algarismo arábico	Código Morse
1	.----
2	..---
3	...--
4	....-
5	.....
6	-....
7	--...
8	---..
9	----.
0	----

Tabela 1: tradução de algarismos arábicos para código Morse sobre o alfabeto {., -}

Questão 3: (2,5 pontos) `[bitonico.mt]` Uma sequência finita de k de números reais $(a_1, a_2, a_3, \ldots, a_k)$ é chamada de monotonicamente crescente (decrescente) se

$$a_1 \leq a_2 \leq \cdots \leq a_{k-1} \leq a_k \text{ (se } a_1 \geq a_2 \geq \cdots \geq a_{k-1} \geq a_k\text{)}.$$

Sequências formadas por um número só (ou seja, quando $k = 1$) ou a sequência vazia (quando $k = 0$) são, por convenção, consideradas monotonicamente crescentes e decrescentes. A mesma sequência de k números reais $(a_1, a_2, a_3, \ldots, a_k)$ é chamada de *bitônica* se a seguinte condição é satisfeita

- $(a_1, a_2, a_3, \ldots, a_k)$ é monotonicamente crescente (decrescente) **OU**
- existe $1 < \ell < k$ tal que $(a_1, a_2, \ldots, a_\ell)$ é monotonicamente crescente **E** $(a_\ell, a_{\ell+1}, \ldots, a_k)$ é monotonicamente decrescente.

Um número natural n expresso na base 10 (**possivelmente com** 0**'s à esquerda**) é chamado de bitônico se sua sequência de dígitos, **da esquerda para direita**, forma uma sequência bitônica. Por exemplo, os números 0, 1, 2, 9999, 378, 8510, 0013432 e 456432 são todos bitônicos. Por outro lado, os números 109, 2345545, 0009879, 1243543 não são bitônicos. Seja $L \subseteq \{0, 1, \ldots, 9\}^*$ a linguagem formada por todos os números naturais bitônicos na base 10 (**possivelmente com** 0**'s à esquerda**). Programe uma máquina de Turing M que **decida** a linguagem L. Seguem alguns casos de teste:

- $\varepsilon \in \text{ACEITA}(M)$
- $123432 \in \text{ACEITA}(M)$
- $456589 \in \text{REJEITA}(M)$
- $101010 \in \text{REJEITA}(M)$

Questão 4: (2,5 pontos) `[pseudopalindromo.mt]` Uma palavra binária **não-vazia** $w \in \{0,1\}^*$ é chamada de um *pseudopalíndromo* se a seguinte condição é satisfeita:

- w é um *palíndromo*, isto é, a palavra w é igual a si mesma quando revertida (escrita de trás para frente) **OU**

- *o complemento de 2* de w é um palíndromo (lembre-se de que o complemento de 2 de w é calculado em dois passos: i) primeiro obtemos o complemento de 1 de w, denotado por $\overline{w}$, ou seja, invertemos um por um os *bits* de w e ii) somamos 1 a $\overline{w}$ e ignoramos o *bit* de overflow, caso ele exista).

Por convenção, vamos considerar que a palavra vazia ε não é um pseudopalíndromo. Seguem alguns exemplos de palavras binárias que são pseudopalíndromos: 0 (0 é um palíndromo), 01111111 (01111111 não é um palíndromo, mas seu complemento de 2, que é 10000001, é um palíndromo), 001101 (001101 não é um palíndromo, mas seu complemento de 2, que é 110011, é um palíndromo), etc. Seguem alguns exemplos de palavras binárias que não são pseudopalíndromos: 10, 0101, 1111110, etc. Seja $L \subseteq \{0,1\}$ a linguagem formada por todas as palavras binárias que são pseudopalíndromos. Programe uma máquina de Turing M que **decida** a linguagem L. Seguem alguns casos de teste:

- $00000 \in \text{ACEITA}(M)$

- $110 \in \text{ACEITA}(M)$

- $\varepsilon \in \text{REJEITA}(M)$

- $0101 \in \text{REJEITA}(M)$

Avisos importantes

- Este trabalho **deve** ser feito em grupos de **até** 5 pessoas. Trabalhos feitos por grupos que não se enquadrarem nessas condições ficarão automaticamente com nota 0. Trabalhos entregues com atraso (não importa quão pequeno seja o atraso ou o motivo do atraso) ficarão automaticamente com nota 0. **Nenhuma** tolerância com plágios: plagiados e plagiadores ficarão automaticamente com nota 0.

- O trabalho **deve** ser feito usando o simulador de máquinas de Turing programado pelo professor Rodrigo Machado. Para cada questão do trabalho, o nome do código-fonte deve ser **exatamente** como está escrito no enunciado da questão (destacado em vermelho). Por exemplo, o código-fonte relativo à Questão 1 **deve** se chamar `bit.mt`, o código-fonte relativo à Questão 2 **deve** se chamar `morse.mt` (repare que não há acentos, cedilhas ou letras maiúsculas; observe também que a extensão do arquivo é `.mt`) e assim por diante. Ao todo, são 4 arquivos do tipo `.mn`. Trabalhos que não respeitarem essa condição sofrerão uma penalidade de 0,1 ponto na nota para cada nome de código-fonte diferente do especificado.

- O trabalho **deve** ser submetido na página da disciplina no Moodle. Essa é a única forma de submissão aceita do trabalho. Trabalhos entregues via e-mail (ou via qualquer outro modo) não serão aceitos e ficarão automaticamente com nota 0. Na hora da submissão, compacte seus códigos-fontes e um arquivo `.txt` (tanto faz o nome do arquivo) contendo os nomes dos integrantes do grupo e seus respectivos números de cartão em um único arquivo do tipo `.zip` (tanto faz o nome do arquivo) e submeta esse arquivo compactado no Moodle. Trabalhos submetidos com arquivos compactados em qualquer extensão que não seja `.zip` terão um desconto na nota de 0,1 ponto. Se seu arquivo compactado estiver corrompido, o trabalho ficará automaticamente com nota 0. Apenas um membro de cada grupo deve fazer a submissão em nome de todo o grupo no Moodle. Se houver múltiplos envios por grupo (feitos por membros diferentes do mesmo grupo), o professor vai escolher um dos envios e só corrigirá o envio escolhido.

- A correção do trabalho será feita como descrito a seguir. Para cada questão, serão executados alguns testes (o número de testes por questão vai ser fixado posteriormente). O tempo limite de execução por caso de teste será de 30000 (30 mil) passos do simulador. Para cada caso de teste com resposta errada ou que ultrapassar o tempo limite prescrito, será subtraído da nota $(2,5)/n$ ponto, onde n é o número total de testes feitos para a referida questão.