

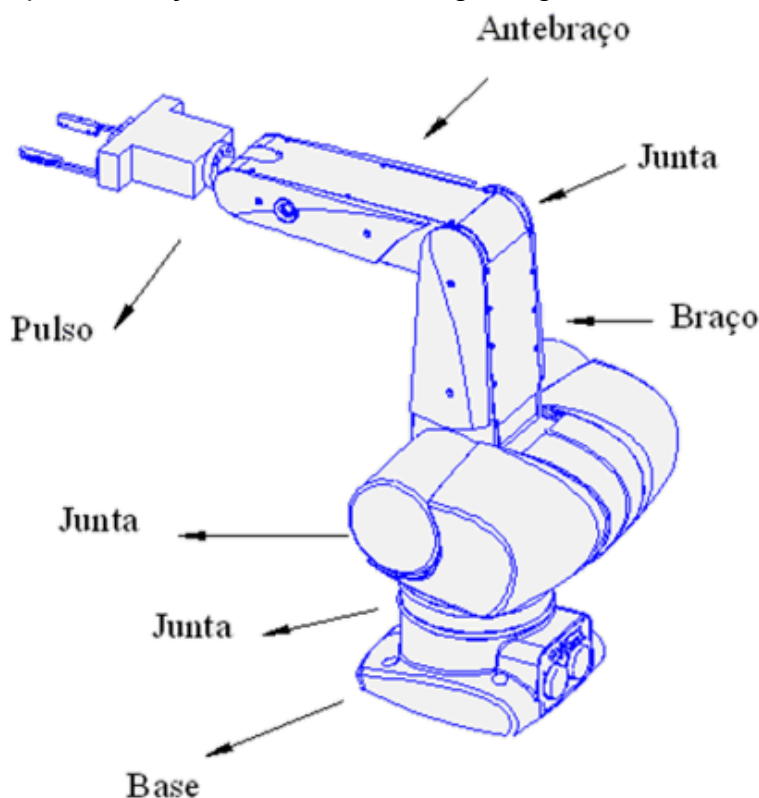


Trabalho da Disciplina – Linguagem de Manipulação de Robô - Versão 3 (LMRv3)
Assuntos: Autômatos Finitos Determinísticos, Expressões Regulares e Gramática

Considere uma grande indústria internacional que possui um centro de pesquisa de robótica. Nesse centro, está sendo construído um robô que tem como objetivo inicial realizar operações de alta periculosidade para o ser humano.

O robô é composto de um braço e uma garra giratória. Similar ao apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Exemplo de braço de um robô com garra giratória.



Fonte: Adaptado de [1].

Considere que o braço poderá se movimentar na direção horizontal ou vertical com angulações que variam de -360° a $+360^\circ$. Também, será possível repetir esse movimento em uma certa data a partir de um determinado horário durante um período em segundos, por exemplo, no dia 2019/02/25 começando as 02:10:30 durante o período de 500 segundos, ou seja, em 25 de fevereiro (mês 02) do ano de 2019 inicia o movimento às 2 horas, 10 minutos e 30 segundos com a duração de 500 segundos.



ESCOLA DE COMPUTAÇÃO
Curso: Ciência da Computação e Sistemas de Informação
Disciplina: Teoria da Computação - 1o Semestre de 2019
Prof. Dr. Ivan Carlos Alcântara de Oliveira



A garra (simulando uma mão humana) contém um encaixe giratório no antebraço com intenção de segurar ou soltar qualquer tipo de objeto com dimensões compatíveis a empunhadura da garra, além de girar com angulações de -360° a $+360^\circ$.

Suponha que há sensores na garra do robô que permite a ele segurar um objeto firmemente durante um certo tempo e soltar com segurança. Além disso, imagine que, antes de iniciar qualquer tipo de movimento, o robô pode ser posicionado em um ponto inicial.

Um ângulo positivo (+) ou sem sinal indica que o braço se movimenta no sentido horário e negativo (-) no sentido anti-horário.

Relacionado a um ângulo, tem-se que grau (símbolo: $^\circ$) é uma medida dos ângulos planos correspondendo a $1/360$ de uma circunferência. Cada grau pode ser dividido em minutos, que equivalem a $1/60$ do grau e segundos, equivalente a $1/60$ do minuto [2]. Alguns exemplos de ângulo são: $210^\circ 40' 25''$, 210 graus, 40 minutos e 25 segundos; e $0^\circ 0' 57''$; 0 grau, 0 minutos e 57 segundos; $3^\circ 51' 40''$, 3 graus, 51 minutos e 40 segundos. **Neste projeto, o ângulo pode variar somente entre -360° e $+360^\circ$ e sempre devem ser fornecidos os valores em graus (3 dígitos), minutos (2 dígitos) e segundos (2 dígitos), necessariamente.**

Considere também que nós fomos contratados para revisar uma linguagem de programação bem simples que permita a algum programador, nível técnico, elaborar programas nessa linguagem sem comandos de repetição ou condicionais e que permita ao robô realizar o apresentado.

Então, para iniciar o nosso projeto, foi feita uma revisão de parte da gramática da Linguagem de Manipulação de um Robô - Versão 3 (LMRV3) e você deverá completar o correspondente aos símbolos não terminais <ANGULO>, <DATA> e <HORARIO> e <DURAÇÃO> como uma gramática regular unitária à direita. Observe que a linguagem proposta é *case sensitive*. Assim, somente serão permitidas palavras reservadas com caracteres minúsculos.

A gramática $G_{LMRV3} = (N, T, P, S)$ **incompleta** está definida a seguir na notação *Backus Naum Form* (BNF):

$S = \langle \text{INI} \rangle$

$N = \{ \langle \text{INI} \rangle, \langle \text{TODOSCOMANDOS} \rangle, \langle \text{COMANDOS} \rangle, \langle \text{ANGULO} \rangle, \langle \text{DATA} \rangle, \langle \text{TEMPO_INI} \rangle, \langle \text{DURAÇÃO} \rangle, \langle \text{TEMPO} \rangle, \langle \text{HORARIO} \rangle, \langle \text{MOVIMENTO} \rangle, \langle \text{OUTROS_COMANDOS} \rangle \}$



$T = \{ \text{inicio, fim, mov_hor, mov_ver, segura, solta, gira_garra, pos_inicial} \}$

$P = \{$

$\langle \text{INI} \rangle ::= \text{inicio } \langle \text{TODOSCOMANDOS} \rangle \text{ fim}$

$\langle \text{TODOSCOMANDOS} \rangle ::= \langle \text{COMANDOS} \rangle \langle \text{TODOSCOMANDOS} \rangle \mid \epsilon$

$\langle \text{COMANDOS} \rangle ::= \text{mov_hor } \langle \text{DATA} \rangle \langle \text{TEMPO_INI} \rangle \langle \text{DURAÇÃO} \rangle \langle \text{ANGULO} \rangle$
 $\langle \text{OUTROS_COMANDOS} \rangle \mid \text{mov_ver } \langle \text{DATA} \rangle \langle \text{TEMPO_INI} \rangle \langle \text{DURAÇÃO} \rangle$
 $\langle \text{ANGULO} \rangle \langle \text{OUTROS_COMANDOS} \rangle \mid \langle \text{OUTROS_COMANDOS} \rangle$

$\langle \text{OUTROS_COMANDOS} \rangle ::= \text{gira_garra } \langle \text{ANGULO} \rangle$
 $\langle \text{OUTROS_COMANDOS} \rangle \mid \text{segura } \langle \text{DURAÇÃO} \rangle \langle \text{OUTROS_COMANDOS} \rangle \mid$
 $\text{solta } \langle \text{OUTROS_COMANDOS} \rangle \mid \text{pos_inicial } \langle \text{OUTROS_COMANDOS} \rangle \mid \epsilon$

$\langle \text{ANGULO} \rangle ::= //$ Realizar a definição conforme Item 1.

$\langle \text{DATA} \rangle ::= //$ Realizar a definição conforme Item 2.

$\langle \text{TEMPO_INI} \rangle ::= \langle \text{HORARIO} \rangle$

$\langle \text{TEMPO} \rangle ::= \langle \text{HORARIO} \rangle$

$\langle \text{HORARIO} \rangle ::= //$ Realizar a definição conforme Item 3.

$\langle \text{DURAÇÃO} \rangle ::= //$ Realizar a definição conforme Item 4.

$\}$

Onde:

Item 1) $\langle \text{ANGULO} \rangle$: representa um número que varia de $-360^{\circ}00'00''$ a $+360^{\circ}00'00''$. Considere que um ângulo sem sinal indica positivo, logo deve ser possível representar um ângulo por $360^{\circ}00'00''$. Utilizar “o” para representar ângulo, ‘ para representar minutos e “ para representar segundos. A gramática sempre deve permitir a geração de graus com 3 dígitos; minutos e segundos com 2 dígitos, então, 0o seria representado por $000^{\circ}00'00''$

Item 2) $\langle \text{DATA} \rangle$: representa uma data que deve estar no formato **AAAA/MM/DD**, onde $01 \leq \text{DD} \leq 31$, $01 \leq \text{MM} \leq 12$ e $\text{AAAA} \geq 2018$. Observe que os meses: 01, 03, 05, 07, 08, 10, 12 possuem $\text{DD} \leq 31$, os meses 04, 06, 09, 11 possuem $\text{DD} \leq 30$ e supor que o mês 02 possui $\text{DD} \leq 29$. Exemplos de datas válidas: 2018/05/22, 2020/04/12, 2037/08/31.



Item 3) <HORARIO>: representa um horário válido que deve estar no formato HH:MM:SS onde $00 \leq HH \leq 23$, $00 \leq MM \leq 59$, $00 \leq SS \leq 59$ (Obs.: 12:00:00 significa meio dia e 23:59:59 representa vinte e três horas, cinquenta e nove minutos e 59 segundos, nesse caso, o próximo horário seria 00:00:00). Lembre-se que cada dígito e caractere é um símbolo. Exemplos de horários válidos: 01:00:00, 05:08:33, 22:11:01, 18:23:41.

Item 4) <DURAÇÃO>: representa a duração de um evento, em segundos, a ser realizado pelo robô. O formato é correspondente a de um número inteiro, porém considere que **esse número não permita zeros à esquerda** e, além disso, possibilita no máximo 999999 segundos, ou seja, **um número inteiro com no máximo 6 dígitos**. Lembre-se que cada dígito é um símbolo. Exemplos de valores válidos para duração: 0, 1600, 25000, 899999, 798.

Um exemplo SIMPLES de programa na linguagem LMRv3:

```
inicio
  pos_inicial
  mov_hor 2018/25/02 01:30:10 500 030°10'20"
  mov_vert 2018/25/02 01:50:21 20 010°05'00"
  gira_garra +050°01'20"
  segura 1000
  solta
fim
```

Observe que cada elemento do programa é separado por caracteres de espaço em branco ' ', tabulação '\t' ou pula linha '\n'.

Baseado nessa gramática:

- a) Apresente a Gramática $G_{\text{LMRv3}} = (N, T, P, S)$ completa para a linguagem LMRv3 contendo as regras de uma Gramática Regular Unitária à Direita para cada um dos símbolos não terminais faltantes <ÂNGULO>, <DATA> e <HORARIO> e <DURAÇÃO> da linguagem LMR. Não se esqueça de atualizar N, T e P de G.
- b) Elaborar três programas válidos bem pequenos (**máximo 10 linhas**), apresente a sua árvore de derivação. Obs.: não precisa derivar <ÂNGULO>, <DATA>, <HORARIO> e <DURAÇÃO>, considere-os como símbolos terminais na sua árvore. Além disso, considere que as palavras reservadas que pertencem aos símbolos terminais contam como elemento único.
- c) Montar as expressões regulares para <ÂNGULO>, <DATA>, <HORARIO> e <DURAÇÃO>.



- d) Construir um autômato finito determinístico formal $M = (E, V, f, q_0, F)$ e o diagrama de estados, utilizando o programa “Simulador de Autômatos”¹ que reconhece a linguagem gerada pelo $\langle \text{ÂNGULO} \rangle$.
- e) Construir um autômato finito determinístico formal $M = (E, V, f, q_0, F)$ e o diagrama de estados, utilizando o programa “Simulador de Autômatos” que reconhece a linguagem gerada pela $\langle \text{DATA} \rangle$.
- f) Construir um autômato finito determinístico formal $M = (E, V, f, q_0, F)$ e o diagrama de estados utilizando o programa “Simulador de Autômatos” que reconhece a linguagem gerada pelo $\langle \text{HORARIO} \rangle$.
- g) Construir um autômato finito determinístico formal $M = (E, V, f, q_0, F)$ e o diagrama de estados, utilizando o programa “Simulador de Autômatos” que reconhece a linguagem gerada pelo $\langle \text{DURAÇÃO} \rangle$.

Elaborar um relatório que deve conter:

Capa: contendo o nome da disciplina, professor, nome dos integrantes/RGM em ordem de RGM.

Sumário

1. Gramática $G = (N, T, P, S)$ completa da linguagem LMRv3. Nesta gramática, as regras para os símbolos não terminais $\langle \text{ÂNGULO} \rangle$, $\langle \text{DATA} \rangle$, $\langle \text{HORARIO} \rangle$ e $\langle \text{DURAÇÃO} \rangle$ da linguagem LMRv3 devem ser no formato de uma Gramática Regular Unitária à Direita.
2. Os três programas fontes pequenos (**máximo 10 linhas**) em LMRv3 e a árvore de derivação sintática correspondente de cada programa.
3. Expressões regulares correspondentes a $\langle \text{ÂNGULO} \rangle$, $\langle \text{DATA} \rangle$, $\langle \text{HORARIO} \rangle$ e $\langle \text{DURAÇÃO} \rangle$
4. Autômatos finitos determinísticos formal $M = (E, V, f, q_0, F)$ das linguagens geradas por $\langle \text{ÂNGULO} \rangle$, $\langle \text{DATA} \rangle$, $\langle \text{HORARIO} \rangle$ e $\langle \text{DURAÇÃO} \rangle$
5. Autômatos finitos determinísticos das linguagens geradas por $\langle \text{ÂNGULO} \rangle$, $\langle \text{DATA} \rangle$, $\langle \text{HORARIO} \rangle$ e $\langle \text{DURAÇÃO} \rangle$ no diagrama de estados elaborado no simulador de autômatos com testes de validação. **Nos testes de cada um dos autômatos elaborado, utilizar pelo menos 3 cadeias válidas e 1 não válida.**
6. Bibliografia (se utilizada).

Este trabalho deve ser realizado em grupo de 3 até 6 pessoas.

Valor Total do Trabalho para a disciplina: 3,0 pontos na A2.

¹ O Simulador de Autômatos foi desenvolvido como projeto de Iniciação Científica (disciplina de Teoria da Computação) e depois continuado como Trabalho de Conclusão de Curso (em Engenharia da Computação), na Universidade de Uberaba – UNIUBE. O projeto e o programa para download encontram-se no endereço: <http://www.simuladordeautomatos.com/>.



A data limite para entrega é 12/05/2019.

A entrega do relatório e dos arquivos contendo o diagrama de estados no Simulador de Autômatos deve ser realizada pela área específica dentro do Ambiente Virtual.

Caso o trabalho seja em grupo, basta um elemento do grupo entregar.

Critério de Avaliação: Relatório Completo 100%, dos quais, particionando:

- a. Formato do relatório: 5%
- b. Gramática $G = (N, T, P, S)$ completa da linguagem LMRv3: 10%.
- c. Regras no formato de Gramática Regular Unitária à Direita de $\langle \text{ÂNGULO} \rangle$, $\langle \text{DATA} \rangle$, $\langle \text{HORARIO} \rangle$ e $\langle \text{DURAÇÃO} \rangle$: 20%
- d. Programas fonte pequenos e a Árvore de Derivação Sintática: 10%
- e. Expressões Regulares correspondentes a $\langle \text{ÂNGULO} \rangle$, $\langle \text{DATA} \rangle$, $\langle \text{HORARIO} \rangle$ e $\langle \text{DURAÇÃO} \rangle$: 20%;
- f. Autômato Finito Determinístico $M = (E, V, f, q_0, F)$ de $\langle \text{ÂNGULO} \rangle$, $\langle \text{DATA} \rangle$, $\langle \text{HORARIO} \rangle$ e $\langle \text{DURAÇÃO} \rangle$: 20%.
- g. O diagrama de estados no simulador de autômatos para as linguagens correspondentes a $\langle \text{ÂNGULO} \rangle$, $\langle \text{DATA} \rangle$, $\langle \text{HORARIO} \rangle$ e $\langle \text{DURAÇÃO} \rangle$: 10%.
- h. Testes dos autômatos no simulador correspondentes às linguagens de $\langle \text{ÂNGULO} \rangle$, $\langle \text{DATA} \rangle$, $\langle \text{HORARIO} \rangle$ e $\langle \text{DURAÇÃO} \rangle$: 5%.

Referências

[1] ROBÓTICA. Robótica – Apontamentos (parte 2) / Ficha de Trabalho 2, com questionário. Disponível em: <http://www.profelectro.info/robotica-apontamentos-parte-2-ficha-de-trabalho-2-com-questionario/>. Data da Consulta: 12/02/2019.

[2] GRAU. Grau (Geometria). Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Grau_\(geometria\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Grau_(geometria)). Data da Consulta: 12/02/2019.