Introdução à Informática

UFSC

Máquinas de estado I:

Modelos estruturais que representam o estado de algum símbolo ou conjunto de símbolos em um determinado tempo, que podem receber uma entrada (*input*) para uma mudança, que altera o estado atual para um novo estado.

Introdução à Informática

Máquinas de estado I:

Um computador, por exemplo é uma máquina de estado.

A arquitetura de von Neumann é um modelo determinístico de uma seqüência de operações, onde para um mesmo conjunto de dados entrada sempre há um conjunto constante e imutável de dados de saída.

Introdução à Informática

Máquinas de estado I:

Podemos descrever uma máquina de estado como sendo:

- Um estado inicial descrito;
- Um conjunto de eventos de entrada;
- Um conjunto de eventos de saída;
- Um conjunto de estados;

e que utiliza funções que mapeiam:

- Estados e entradas para novos estados; e
- Estados para saídas.

Introdução à Informática

Máquinas de estado I:

Máquinas de estado finito têm um limite ou número finito de estados.

Definida por:

- um estado inicial s_0;
- um conjunto finito de estados S;
- um conjunto finito de eventos I de entradas e O de saídas; e
- duas funções:

$$f_s : S \to I \to S$$
$$f_o : S \to O$$

onde, f_s é uma função de mudança de estado e f_o é uma função de saída.

Introdução à Informática

Máquinas de estado I:

Uma máquina de estado finito em um estado $s_n(t)$ em um tempo t qualquer terá o próximo estado definido por:

$$s_{n+1}(t+1)=f_s(s_n(t),I_n(t))$$

ou seja, o estado do tempo (t+1) é obtido pela aplicação da função de estado f_s ao par (s,I).

Máquinas de estado I:

Exemplo:

Considere uma máquina de estado finito com 4 estados, com entradas {0,1} e saídas {0,1}:

$$S=\{s_{0,} s_{1,} s_{2,} s_3\}$$
$$I=\{0,1\} \quad O=\{0,1\}$$

Definida pelas funções de estado:

$$f_s:(S_n,0)\rightarrow S_{n+1}$$
$$f_s:(S_n,1)\rightarrow S_n$$

e funções de saída descritas por:

$$f_o:s_0\rightarrow 0$$
$$f_o:s_1\rightarrow 1$$
$$f_o:s_2\rightarrow 1$$
$$f_o:s_3\rightarrow 0$$

Introdução à Informática

Máquinas de estado I:

$S=\{s_{0,}s_{1,}s_{2,}s_3\}$

$I=\{0,1\}$ $O=\{0,1\}$

$f_s:(S_n,0)\rightarrow S_{n+1}$

$f_s:(S_n,1)\rightarrow S_n$

$f_o:s_0\rightarrow 0$

$f_o:s_1\rightarrow 1$

$f_o:s_2\rightarrow 1$

$f_o:s_3\rightarrow 0$

ou seja, cada vez que a máquina recebe zero, ela escreve o símbolo de saída correspondente ao seu estado e muda para o estado seguinte; e quando recebe um, ela escreve o símbolo de saída de seu estado e permanece no mesmo estado. As saídas correspondentes estão descritas na tabela:

Estado	Entrada -> novo estado	Saída
S_0	0 -> S_1 1 -> S_0	0
S_1	0 -> S_2 1 -> S_1	1
S_2	0 -> S_3 1 -> S_2	1
S_3	0 -> S_0 1 -> S_3	0

Introdução à Informática

Máquinas de estado I:

$S = \{s_{0,} s_{1,} s_{2,} s_3\}$

$I = \{0,1\} \quad O = \{0,1\}$

$f_s : (S_n, 0) \rightarrow S_{n+1}$

$f_s : (S_n, 1) \rightarrow S_n$

$f_o : s_0 \rightarrow 0$

$f_o : s_1 \rightarrow 1$

$f_o : s_2 \rightarrow 1$

$f_o : s_3 \rightarrow 0$

Estado	Entrada -> novo estado	Saída
S_0	0 -> S_1 1 -> S_0	0
S_1	0 -> S_2 1 -> S_1	1
S_2	0 -> S_3 1 -> S_2	1
S_3	0 -> S_0 1 -> S_3	0

Digamos, por exemplo, que esta máquina receba, como entrada, a seqüência {0,1,1,0,1,0,1,0}. Se observarmos a descrição desta máquina, a sua saída deve resultar em {0,1,1,1,1,1,0,0}.

Introdução à Informática

Máquinas de estado I:

$S = \{s_0, s_1, s_2, s_3\}$

$I = \{0,1\} \quad O = \{0,1\}$

$f_s : (S_n, 0) \rightarrow S_{n+1}$

$f_s : (S_n, 1) \rightarrow S_n$

$f_o : s_0 \rightarrow 0$

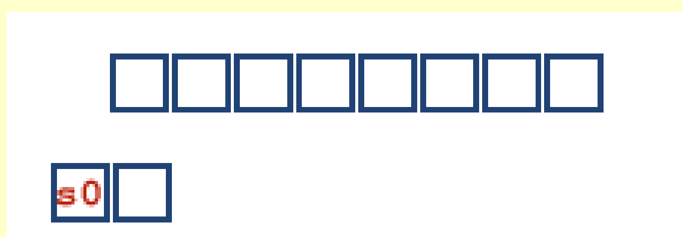
$f_o : s_1 \rightarrow 1$

$f_o : s_2 \rightarrow 1$

$f_o : s_3 \rightarrow 0$

Estado	Entrada -> novo estado	Saída
S_0	0 -> S_1 1 -> S_0	0
S_1	0 -> S_2 1 -> S_1	1
S_2	0 -> S_3 1 -> S_2	1
S_3	0 -> S_0 1 -> S_3	0

Entrada = {0,1,1,0,1,0,1,0} Saída = {0,1,1,1,1,1,0,0}.



Introdução à Informática

Máquinas de estado I:

Exercício em sala de aula: Considere uma máquina de estado finito com 5 estados S = {s_0 ... s_4} que tenha como entrada e saída os símbolos {0,1}, descrita pelas funções:

$$S = \{s_0, s_1, s_2, s_3, s_4\}$$
$$I = \{0,1\} \quad O = \{0,1\}$$

$$f_s:(s_0,0) \rightarrow s_0 \quad f_s:(s_0,1) \rightarrow s_3 \quad f_o: s_0 \rightarrow 0$$
$$f_s:(s_1,0) \rightarrow s_0 \quad f_s:(s_1,1) \rightarrow s_4 \quad f_o: s_1 \rightarrow 1$$
$$f_s:(s_2,0) \rightarrow s_2 \quad f_s:(s_2,1) \rightarrow s_1 \quad f_o: s_2 \rightarrow 1$$
$$f_s:(s_3,0) \rightarrow s_0 \quad f_s:(s_3,1) \rightarrow s_4 \quad f_o: s_3 \rightarrow 0$$
$$f_s:(s_4,0) \rightarrow s_1 \quad f_s:(s_4,1) \rightarrow s_2 \quad f_o: s_4 \rightarrow 1$$

Dadas as entradas abaixo, calcule as saídas:

a) 011011010
b) 010001101
c) 001001001

Máquinas de estado I:

Mais um exercício: Considere uma máquina de estado finito $S=\{s_0,\ldots, s_3\}$ com entradas $I = \{0,1\}$ e saídas $O = \{00,01,10,11\}$, descrita pelas funções:

$$
\begin{array}{lll}
f_s(s_0,0)\to s_1 & f_s(s_0,1)\to s_0 & f_o(s_0)\to 00 \\
f_s(s_1,0)\to s_2 & f_s(s_1,1)\to s_0 & f_o(s_1)\to 01 \\
f_s(s_2,0)\to s_3 & f_s(s_2,1)\to s_0 & f_o(s_2)\to 10 \\
f_s(s_3,0)\to s_0 & f_s(s_3,1)\to s_0 & f_o(s_3)\to 11
\end{array}
$$

Represente esta máquina graficamente e descreva o seu comportamento. Para que ela serve?

Introdução à Informática

UFSC

Máquinas de estado I: Reconhecimento

Uma máquina de estado, por ser determinística, pode reconhecer padrões.

Uma máquina que termina com uma saída diferente de zero em uma determinada situação e retorna saídas zero em outras, reconhece um padrão de funções de entrada.

Definição formal:

"Uma máquina M com um conjunto I de entrada, reconhece um subconjunto S de I se, e somente se, começando em um estado inicial, processa uma cadeia C pertencente a S e termina em um estado final determinado por uma saída específica."

Introdução à Informática

Máquinas de estado I: Reconhecimento

Considere a seguinte máquina de estado:

Estado	Entrada -> novo estado	Saída
S_0	0 -> S_0 1 -> S_1	1
S_1	0 -> S_1 1 -> S_0	0

Introdução à Informática

Máquinas de estado I: Reconhecimento

Considere a seguinte máquina de estado:

Estado	Entrada -> novo estado	Saída
S_0	0 -> S_0 1 -> S_1	1
S_1	0 -> S_1 1 -> S_0	0

Observe que ela somente retorna a saída “1” se ela parar no estado zero.

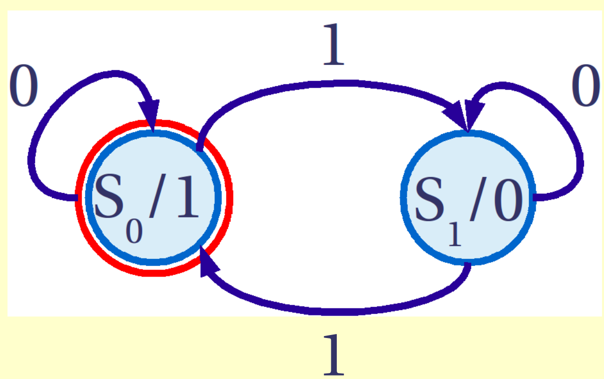
Introdução à Informática

Máquinas de estado I: Reconhecimento

Considere a seguinte máquina de estado:

Estado	Entrada -> novo estado	Saída
S_0	0 -> S_0 1 -> S_1	1
S_1	0 -> S_1 1 -> S_0	0

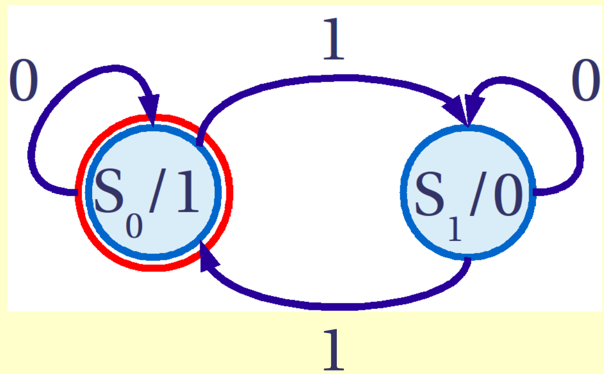
Observe que ela somente retorna a saída "1" se ela parar no estado zero. E podemos representá-la, graficamente, como:



Introdução à Informática

Máquinas de estado I: Reconhecimento

Esta máquina reconhece a paridade de símbolos “1”:



Ou seja, reconhece qualquer seqüência que contenha apenas zeros ou número pares de “uns”.

Introdução à Informática

Máquinas de estado I: Reconhecimento

Exercício em sala:

Descreva uma máquina de estado que reconheça um conjunto de entradas {a,b}, desde que, se a fita contiver o símbolo “a” este deve estar agrupado em triplas.”