

Máquinas de Estados Finitas

Yuri Kaszubowski Lopes

UDESC

Anotações

Maquinas de Estados Finitos

- Utilizadas para, por exemplo, modelar circuitos sequenciais
 - ▶ O circuito passa por uma sequência de estados
 - ▶ O próximo estado depende do anterior
- Os estados são sincronizados
 - ▶ E.g., via clock
- Útil, especialmente para sistemas complexos

Anotações

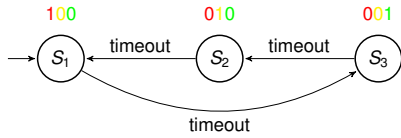
Representação gráfica

- Podemos representar uma máquina de estados finita como um grafo dirigido (digrafo)
 - ▶ Os vértices representam os estados do sistema
 - ▶ As arestas representam as possíveis transições de estado
 - ▶ O estado inicial é representado apontando-se uma seta para ele

Anotações

Exemplo 01: Semáforo

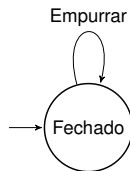
- Modelagem de um semáforo (de rua)
 - ▶ Três estados possíveis (vermelho, amarelo e verde)
 - ▶ Os estados possuem uma sequência pré-determinada
 - ★ E.g., não podemos ir do vermelho para o amarelo
 - ▶ Quando inicializado, o semáforo sempre é vermelho
 - ★ Estado inicial



Anotações

Exemplo 01: Sistema de catraca

- 1 A catraca permanece bloqueada enquanto o usuário não passa o cartão
- 2 Ao passar o cartão, a catraca é liberada e o usuário pode empurrá-la
- 3 Após empurrada, a catraca deve bloquear
- 4 Passar o cartão quando a catraca já está aberta a mantém aberta
- 5 Empurrar uma catraca bloqueada a mantém bloqueada
- 6 A catraca inicia bloqueada

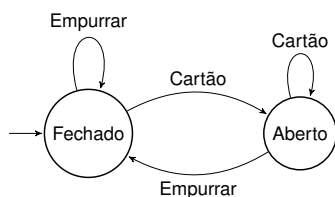


- Complete a máquina de estados!

Anotações

Exemplo 01: Sistema de catraca

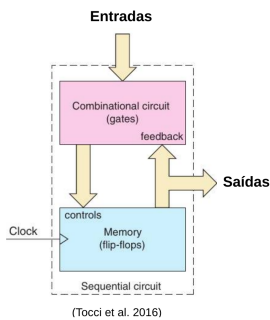
- 1 A catraca permanece bloqueada enquanto o usuário não passa o cartão
- 2 Ao passar o cartão, a catraca é liberada e o usuário pode empurrá-la
- 3 Após empurrada, a catraca deve bloquear
- 4 Passar o cartão quando a catraca já está aberta a mantém aberta
- 5 Empurrar uma catraca bloqueada a mantém bloqueada
- 6 A catraca inicia bloqueada



Anotações

Modelo de Moore

- A saída depende exclusivamente do estado dos flip-flops
 - E.g., flip-flops do tipo D
- A saída é totalmente sincronizada com o clock
- Os flip-flops são utilizados para armazenar o estado atual do sistema

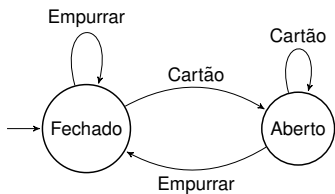


(Tocci et al. 2016)

Anotações

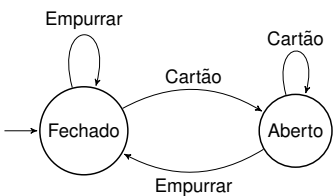
Modelando

- Continuando com o exemplo da catraca, podemos fazer uma tabela verdade
 - Quais são as entradas? Quais as saídas?



Anotações

Modelando



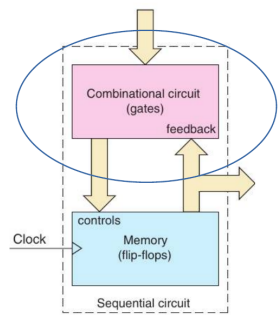
Saída

Estado Anterior	Cartão	Empurrar	Próx. Estado
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Anotações

Circuito Combinacional

- O circuito combinacional é dado pela tabela verdade
 - soma dos produtos + simplificação;
 - produto das somas + simplificação;
 - mapas de Karnaugh



Anotações

Modelando

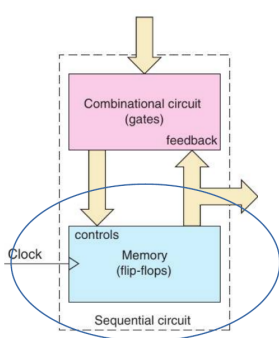
Estado Anterior	Cartão	Empurrar	Próx. Estado
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

- Para a tabela verdade, a expressão simplificada é
 - $S' = C + S.\bar{E}$
 - ★ S' : Próximo Estado
 - ★ S : Estado atual
 - ★ C : Cartão
 - ★ E : Empurrar

Anotações

Modelando

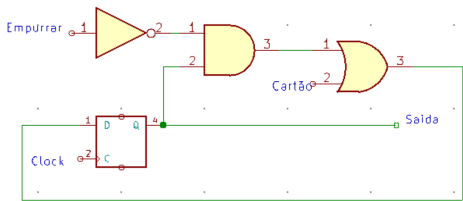
- O estado é representado por flip-flops D
 - Como no exemplo só precisamos indicar se a catraca está aberta ou fechada, um único flip-flop é o suficiente



Anotações

Modelando

- $S' = C + S\overline{E}$
 - S' : Próximo Estado
 - S : Estado atual
 - C : Cartão
 - E : Empurrar



Anotações

Maquinas de Estados Finitos

- Essa é apenas uma introdução ao tema de Máquinas de Estados Finitas
 - Existem vários outros tópicos úteis e interessantes sobre o tema
 - E.g., Modelo de Mealy: similar a Moore, mas a saída pode ainda ser controlada por entradas extras (saídas assíncronas)
 - Formalismos matemáticos sobre máquinas de estados Finitas
 - Permitem técnicas de simplificação, modularização, composição (sincronização)
 - Representações em linguagens de descrição de hardware, como VHDL
 - Utilização de outros formalismos
 - Redes de Petri

Anotações

Exercícios

- Modifique o modelo do semáforo para incluir um estado **prepare para ir**, que é mostrado antes do verde. Neste estado é mostrado as cores amarelo e vermelho.
- Modele um semáforo de dois estágios em um cruzamento de duas ruas. Em cada estágio ambos os lados da mesma rua ficam aberto. Cada rua deverá ver verde, amarelo e vermelho.
- Modifique o modelo anterior para incluir o estado **prepare para ir**.
- Modifique o modelo anterior para quatro estágio, assim em cada estágio apenas um dos sentidos de cada rua é aberto
- Modifique o modelo anterior para incluir um filtro de conversão apenas para a direita. Considere uma via *A* na qual a via *B* fica a sua direita. Quando estiver totalmente aberto para a via *B*, a via *A* abre o filtro para conversão à direita.

Anotações

Referências

- Ronald Tocci, Neal Widmer, Greg Moss. Digital Systems. 12 ed. Pearson Education. 2016.
- www.facom.ufu.br/~abdala/sd/MEFs.pdf
- D. Patterson; J. Henessy. Organização e Projeto de Computadores: a Interface Hardware/Software. 5a Edição. Elsevier Brasil, 2017.
- MELO, M. Eletrônica Digital. Makron Books.2003.

Anotações

Anotações

Anotações
