

数字世界精彩无限

Unit 12

——Design Sequential Circuits with Flip Flops

张彦航

School of Computer Science
Zhangyanhang@hit.edu.cn

利用触发器设计时序逻辑_状态表化简

利用触发器设计时序逻辑的方法

- (1) 根据需求 → 获得原始状态图、状态表
- (2) **最小化状态表**
- (3) 状态编码（分配） → 获得状态转移表
- (4) 状态转移表
触发器特征 } → 触发器激励表
- (5) 卡诺图化简 → { 激励（输入）函数表达式
输出函数表达式
- (6) 电路实现 (7) 检查无关项

利用触发器设计时序逻辑_状态表化简

状态表的化简

时序电路的两个状态 S_i 和 S_j ，如果它们对每一个输入所产生的输出完全相同，且它们的次态等价，则这两个状态是等价的（可以合并为一个状态）——状态化简

（一）完全定义状态表的化简方法——隐含（蕴含）表法

- 俩俩比较原始状态表中的所有状态，找出能合并、不能合并、能否合并待定的状态对。
- 追踪能否合并待定的状态对，直至确定它们能合并或不能合并，从而找到原始状态表中的**所有等价状态对**。
- 基于这些等价状态对确定**最大等价状态类**，获得原始状态表的**最小覆盖集**，建立**最简状态表**

利用触发器设计时序逻辑_状态表化简

等价状态的判定条件

状态表中的任意两个状态 S_i 和 S_j 同时满足下列两个条件，它们可以合并为一个状态

1. 在所有不同的现输入下，**现输出**分别相同
2. 在所有不同的现输入下，**次态**分别为下列情况之一
 - (1) 两个次态完全相同
 - (2) 两个次态为其现态本身或交错
 - (3) 两个次态为状态对封闭链中的一个状态对
 - (4) 两个次态的某一后续状态对可以合并

状态合并的
必要条件

利用触发器设计时序逻辑_状态表化简

隐含表(蕴含)法

等价状态的判定条件

状态表中的任意两个状态 S_i 和 S_j 同时满足下列两个条件，它们可以合并为一个状态

1. 在所有不同的现输入下，**现输出**分别相同

状态合并的
必要条件

2. 在所有不同的现输入下，**次态**分别为下列情况之一

(1) 两个次态完全相同

(2) 两个次态为其现态本身或交错

(3) 两个次态为状态对封闭链中的一个状态对

(4) 两个次态的某一后续状态对可以合并

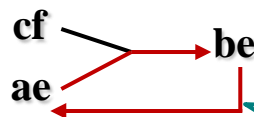
① 建立隐含表

② 比较

③ 追踪

b	cf✓					
c	X	X				
d	X	X	X			
e	be✓	ae✓	X	X		
f	X	X	✓	X	X	
g	X	X	X	de	X	X
	a	b	c	d	e	f

竖列横排
掐头去尾



等价状态对

{a, b}、{a, e}

{b, e}、{c, f}

例1: 化简如下状态表

现态 Q^n	Q^{n+1}/Z	
	$X=0$	$X=1$
a	c / 0	b / 1
b	f / 0	a / 1
c	d / 0	g / 0
d	d / 1	e / 0
e	c / 0	e / 1
f	d / 0	g / 0
g	c / 1	d / 0

利用触发器设计时序逻辑_状态表化简

④ 获得最大等价状态类

等价状态类的定义——

If: $S_i \equiv S_j, S_j \equiv S_m$

Then: $S_i \equiv S_j \equiv S_m$, 即 $\{S_i, S_j, S_m\}$

最大等价状态类——

某一等价状态类不属于其他任何等价状态类

等价状态对:

$\{a, b\}$ 、 $\{a, e\}$

$\{b, e\}$ 、 $\{c, f\}$

最大等价状态类:

$\{a, b, e\}$ 、 $\{c, f\}$

Let $\begin{cases} q_1 = \{a, b, e\} \\ q_2 = \{c, f\} \\ q_3 = d \\ q_4 = g \end{cases}$

现态 Q^n	Q^{n+1}/Z	
	$X=0$	$X=1$
a	c / 0	b / 1
b	f / 0	a / 1
c	d / 0	g / 0
d	d / 1	e / 0
e	c / 0	e / 1
f	d / 0	g / 0
g	c / 1	d / 0

现态 Q^n	Q^{n+1}/Z	
	$X=0$	$X=1$
q_1	$q_2 / 0$	$q_1 / 1$
q_1	$q_2 / 0$	$q_1 / 1$
q_2	$q_3 / 0$	$q_4 / 0$
q_3	$q_3 / 1$	$q_1 / 0$
q_1	$q_2 / 0$	$q_1 / 1$
q_2	$q_3 / 0$	$q_4 / 0$
q_4	$q_2 / 1$	$q_3 / 0$

化简后的状态表

现态 Q^n	Q^{n+1}/Z	
	$X=0$	$X=1$
q_1	$q_2 / 0$	$q_1 / 1$
q_2	$q_3 / 0$	$q_4 / 0$
q_3	$q_3 / 1$	$q_1 / 0$
q_4	$q_2 / 1$	$q_3 / 0$

最小覆盖集: $\{q_1, q_2, q_3, q_4\}$

利用触发器设计时序逻辑_状态表化简

例2：化简如下状态表

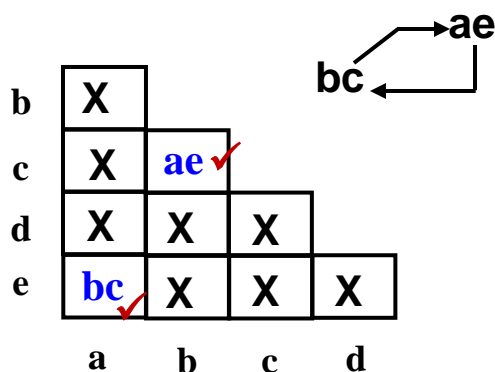
现态 Q^n	Q^{n+1}/Z			
	$X_1X_2=00$	$X_1X_2=01$	$X_1X_2=10$	$X_1X_2=11$
a	b / 0	c / 0	b / 1	a / 0
b	e / 0	c / 0	b / 1	d / 1
c	a / 0	b / 0	c / 1	d / 1
d	c / 1	d / 0	a / 1	b / 0
e	c / 0	c / 0	c / 1	e / 0



现态 Q^n	Q^{n+1}/Z			
	$X_1X_2=00$	$X_1X_2=01$	$X_1X_2=10$	$X_1X_2=11$
q_1	$q_2 / 0$	$q_2 / 0$	$q_2 / 1$	$q_1 / 0$
q_2	$q_1 / 0$	$q_2 / 0$	$q_2 / 1$	$q_3 / 1$
q_2	$q_1 / 0$	$q_2 / 0$	$q_2 / 1$	$q_3 / 1$
q_3	$q_2 / 1$	$q_3 / 0$	$q_1 / 1$	$q_2 / 0$
q_1	$q_2 / 0$	$q_2 / 0$	$q_2 / 1$	$q_1 / 0$



现态 Q^n	Q^{n+1}/Z			
	$X_1X_2=00$	$X_1X_2=01$	$X_1X_2=10$	$X_1X_2=11$
q_1	$q_2 / 0$	$q_2 / 0$	$q_2 / 1$	$q_1 / 0$
q_2	$q_1 / 0$	$q_2 / 0$	$q_2 / 1$	$q_3 / 1$
q_3	$q_2 / 1$	$q_3 / 0$	$q_1 / 1$	$q_2 / 0$



等价状态对:

$\{a, e\}$, $\{b, c\}$

Let $\begin{cases} q_1 = \{a, e\} \\ q_2 = \{b, c\} \\ q_3 = d \end{cases}$