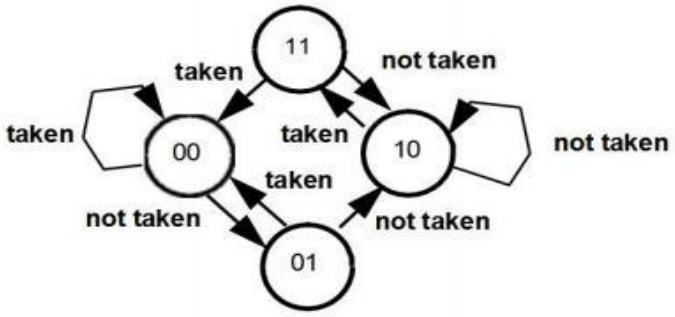
题目四 分支预测

考虑下面程序：

```
loop:
     LW   R4, 0(R3)
     ADDI R3, R3, 4
     SUBI R1, R1, 1
b1:
     BEQZ R4, b2
     ADDI R2, R2, 1
b2:
     BNEZ R1, loop
```

假设R1的初始值为 n (n>0) .
假设R2的初始值为 0 (R2 存储程序最终执行结果) .
假设R3的初始值为 p (指向某个int类型数组起始位置的指针)

假设采用1个2-bit饱和计数器进行分支预测，状态转换如下：=



状态为1X时，预测为not taken，状态为0X时，预测为taken

假设b1和b2在BHT表中没有冲突。

1. 该段程序的功能是什么？也就是R2最终保存的值是什么？

答：R2是数组前n个元素中非0元素的个数

2. 假设 n=8 and p[0] = 1, p[1] = 0, p[2] = 1, p[3] = 0, … etc. 填写表1 (前几行已经填好). 一共发生多少次预测错误？（表1包含两个分支b1和b2各自饱和计数器的状态和每次的预测结果）

System State		Branch Predictor		Branch Behavior	
PC	R3/ R4	b1 bits	b2 bits	Predicted	Actual
b1	4/1	**10**	10	**N**	**N**
b2	4/1	*10*	**10**	**N**	**T**
b1	8/0	**10**	*11*	**N**	**T**
b2	8/0	*11*	**11**	**N**	**T**
b1	12/1	**11**	*00*		

b2	12/1				
b1					
b2					
b1					
b2					
b1					
b2					
b1					
b2					
b1					
b2					
b1					
b2					
b1					
b2					
b1					
b2					
b1					
b2					

Table 1

答案： 一共发生7次预测错误。

System State		Branch Predictor		Branch Behavior	
PC	R3/R4	b1 bits	b2 bits	Predicted	Actual
b1	4/1	**10**	10	N	N
b2	4/1	*10*	**10**	N	***T***
b1	8/0	**10**	*11*	N	***T***
b2	8/0	*11*	**11**	N	***T***
b1	12/1	**11**	*00*	N	N
b2	12/1	*10*	**00**	T	T
b1	16/0	**10**	*00*	N	***T***
b2	16/0	*11*	**00**	T	T
b1	20/1	**11**	*00*	N	N
b2	20/1	*10*	**00**	T	T
b1	24/0	**10**	*00*	N	***T***
b2	24/0	*11*	**00**	T	T
b1	28/1	**11**	*00*	N	N
b2	28/1	*10*	**00**	T	T
b1	32/0	**10**	*00*	N	***T***
b2	32/0	*11*	**00**	T	***N***