

3. (信号パターン変換器の順序回路による構成)

各時点に0か1のいずれかの値を取る2値信号の時系列(過去のものから順に左から並べる)を受信して、受信した信号の時系列の中に同じ値が3つ以上連続しているときにはその最後の信号値を0と1の間で反転させて、同じ信号値が連続する長さが2以下となるように時系列を変換する順序回路について、以下の設問に応えよ。

参考: この順序回路を使った時系列変換例:

入力時系列: 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1

出力時系列: 0 1 1 0 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1

- (a) クロックの時点毎に時系列の一つの信号値が順序回路に入力する。この順序回路は自分が過去に出力した出力値を過去2時点分まで覚えていて、その2つの信号値と現時点の入力信号値が3つとも0の場合には現時点の順序回路の出力値を1とする。過去2時点の出力信号値と現時点の入力信号値が3つとも1の場合には現時点の順序回路の出力値を0とする。これら以外の場合には、順序回路への入力値をそのまま出力値とする。こうすると入力した信号の時系列中で同じ値が3つ以上連続しているときには、その3つ目の信号値を反転して、同じ値が3つ以上並ばないように変換した時系列が順序回路の出力値の時系列として得られる。

次のような状態を用いて以上の順序回路を構成する場合について、解答欄の状態遷移表と出力表の空欄を埋めてこの順序回路を示せ。

初期状態を Q_0 として、入力時系列の最初の信号が入力したときには、その入力値が0の場合には Q_1 、その入力値が1と場合には Q_2 に遷移する。入力時系列の2つ目の信号が入力したときには、それまでに「入力した」長さ2の時系列が00、01、10、11のいずれであったのかということに応じて、それぞれ Q_3 、 Q_4 、 Q_5 、 Q_6 へ遷移する。これらの状態遷移の際には順序回路は入力値をそのまま出力する。

この後、 Q_3 、 Q_4 、 Q_5 、 Q_6 は、現時点から2時点前と1時点前の「出力値」をこの順で並べた信号パターンが00、01、10、11のいずれであったのかを記憶するために用いる。ここで記憶するのは順序回路の「入力値」ではなく「出力値」であることに注意を要する。

入力 x	0	1	0	1
状態	状態遷移先		出力	
Q_0	Q_1	Q_2	0	1
Q_1	Q_3	Q_4	0	1
Q_2	Q_5	Q_6	0	1
Q_3	Q_4	Q_4	1	1
Q_4	Q_5	Q_6	0	1
Q_5	Q_3	Q_4	0	1
Q_6	Q_5	Q_5	0	0

- (b) 上記の順序回路は安易に設計したため時系列の最初の入力に専用の状態を使う等、状態の使い方に無駄が多い。初期状態 Q_0 はそのまま使い、 Q_1, Q_2 を時系列の最初の入力に対してだけでなく、途中の入力にも使えるように役割を見直すことで、 Q_4, Q_5 を省いて、状態数を5個に減らすことができる。 Q_1, Q_2 の役割をどう見直せばよいか、言葉で説明せよ。また Q_4, Q_5 を省いて、上問と同じ機能を実現するための状態遷移表と出力表を示せ。

「見直した Q_1, Q_2 の役割を言葉で説明せよ。」

Q_1 : 1時点前の出力値が0
 Q_2 : 1

入力 x	0	1	0	1
状態	状態遷移先		出力	
Q_0	Q_1	Q_2	0	1
Q_1	Q_3	Q_2	0	1
Q_2	Q_1	Q_6	0	1
Q_3	Q_2	Q_2	1	1
Q_6	Q_1	Q_1	0	0

- (c) 上問 (a) の順序回路の状態 $Q_0, Q_1, \dots, Q_6$ の中に等価な状態があるかどうかを講義で学んだ方法 (n 次等価なブロックを細分化して行く方法) によって調べよ。この方法で状態数を減らすことができた場合には、前問の工夫で数を減らした状態と同じものが求まるか確認せよ。ブロック細分化の途中経過を示すこと。途中経過がなく結果のみを示しても採点対象としない。

	0	1
Q_0	$B_0^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
Q_1	$B_1^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
$B_0^{(1)} Q_2$	$B_0^{(1)}$	$B_2^{(1)}$
Q_4	$B_0^{(1)}$	$B_2^{(1)}$
Q_5	$B_1^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
$B_1^{(1)} Q_3$	$B_0^{(1)}$	$B_0^{(1)}$
$B_2^{(1)} Q_6$	$B_0^{(1)}$	$B_0^{(1)}$

1次等価

	0	1
$B_0^{(2)} Q_0$	$B_1^{(2)}$	$B_2^{(2)}$
$B_1^{(2)} Q_1$	$B_3^{(2)}$	$B_2^{(2)}$
Q_3	$B_3^{(2)}$	$B_2^{(2)}$
$B_2^{(2)} Q_2$	$B_1^{(2)}$	$B_4^{(2)}$
Q_4	$B_1^{(2)}$	$B_4^{(2)}$
$B_3^{(2)} Q_3$	$B_2^{(2)}$	$B_2^{(2)}$
$B_4^{(2)} Q_6$	$B_1^{(2)}$	$B_1^{(2)}$

2次等価 $\rightarrow$ 3次等価も同じか? ので、

等価

	0	1	0	1
$\hat{Q}_0$	$\hat{Q}_1$	$\hat{Q}_2$	0	1
$\hat{Q}_1$	$\hat{Q}_3$	$\hat{Q}_4$	0	1
$\hat{Q}_2$	$\hat{Q}_1$	$\hat{Q}_6$	0	1
$\hat{Q}_3$	$\hat{Q}_2$	$\hat{Q}_2$	1	1
$\hat{Q}_6$	$\hat{Q}_1$	$\hat{Q}_1$	0	0

$Q_1 \equiv Q_5$
 統合して $\hat{Q}_1$

$Q_2 \equiv Q_4$
 統合して $\hat{Q}_2$

$Q_0 \rightarrow \hat{Q}_0$ $Q_3 \rightarrow \hat{Q}_3$

$Q_6 \rightarrow \hat{Q}_6$

4. (信号パターン識別器の順序回路による構成)

同じ信号値が3個以上連続することがないようにした信号の時系列だけを順序回路へ入力することにする。この順序回路は、入力される信号の時系列の中に信号パターンA:「010」または信号パターンB:「101」が現れたときに1を出力し、これら以外の長さ3の信号パターンに対しては0を出力することとする。このときに、この順序回路(信号パターン識別器)を以下の手順で構成せよ。

初期状態を Q_0 とし、順序回路に入力する時系列の最初の信号値が0の場合には Q_1 、1の場合には Q_2 に遷移する。時系列の最初で、まだ3つの入力信号値が与えられていない間は出力を無視するので、順序回路の状態がこれら3つのいずれかであるときには、0と1いずれの入力についても、出力は0と1のどちらでも良いものとする。

各時点に、その時点から2時点過去と1時点過去の信号値を並べたものが00、01、10、11のいずれであったのかということを、それぞれ Q_3, Q_4, Q_5, Q_6 の状態で記憶する。順序回路は現時点の入力を受け取ると、これらの状態によって記憶されている過去2時点分の入力信号と現時点の入力を併せてできる長さ3の信号パターンが、信号パターンA:「010」か、信号パターンB:「101」に一致するとき1を出力し、これら以外の長さ3の信号パターンであるときは、0を出力する。なお一度検出したパターンの末尾側の一部を次のパターンの先頭側の一部として重複して使用できるものとする。

- (a) 以上のように状態とその遷移の仕方、出力を定めた順序回路の状態遷移表と出力表を以下の表を埋めて完成せよ。

入力 x	0	1	0	1
状態	状態遷移先		出力	
Q_0	Q_1	Q_2	*	*
Q_1	Q_3	Q_4	*	*
Q_2	Q_5	Q_6	*	*
Q_3	*	Q_4	*	0
Q_4	Q_5	Q_6	1	0
Q_5	Q_3	Q_4	0	1
Q_6	Q_5	*	0	*

- (b) 前問で求めた状態遷移表と出力表を使って、両立的な状態対と非両立的な状態対を求めよ。講義で学んだ方法で表を作り、表の中の非両立的な状態対に相当する欄に×を付けた上で、両立的な状態対と非両立的な状態対を列挙せよ。

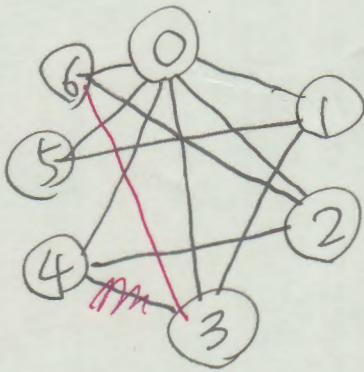
1	13				
2	24	35			
3	24	44	46		
4	15	35	55	46	
5	26	46	56	35	
6	34	35	55	56	35
	0	1	2	3	4

「両立的な状態対」

「非両立的な状態対」

0~1 0~2 0~3 0~4 0~5 0~6
1~3 1~5 2~4 2~6 3~~~6~~
1~2 1~4 1~6 2~4 2~5 3~5 4~5 4~6
5~6 3~4

- (c) 上問の結果に基づき、極大両立的状態集合を、講義で習った方法を途中経過として示した上で求めよ。



$$\begin{aligned} &\{0, 1, 5\} \quad \{0, 2, 6\} \quad \{0, 3, \cancel{4}\} \\ &\{0, 1, 3\} \quad \{0, 2, 4\} \end{aligned}$$

6

木を使った方法でも可

- (d) 上問で求めた極大両立的状態集合と状態遷移関係の成立を考慮して、どのような状態を統合して状態数を減らすことができるか検討せよ。統合できる状態の部分集合を示し、統合した状態に対する状態遷移表と出力表を示せ。

例えば

	0	1	0	1
$\hat{Q}_1: \{0, 1, 5\}$	$\{0, 1, 3\}$	$\{0, 2, 4\}$	0	1
$\hat{Q}_2: \{0, 2, 6\}$	$\{0, 1, 5\}$	$\{0, 2, 6\}$	0	*
$\hat{Q}_3: \{0, 1, 3\}$	$\{0, 1, 3\}$	$\{0, 2, 4\}$	*	0
$\hat{Q}_4: \{0, 2, 4\}$	$\{0, 1, 5\}$	$\{0, 2, 6\}$	1	0

のようにすれば 4つの状態に減らすことが出来る。

	0	1	0	1
$\hat{Q}_1$	$\hat{Q}_3$	$\hat{Q}_4$	0	1
$\hat{Q}_2$	$\hat{Q}_1$	$\hat{Q}_2$	0	*
$\hat{Q}_3$	$\hat{Q}_3$	$\hat{Q}_4$	*	0
$\hat{Q}_4$	$\hat{Q}_1$	$\hat{Q}_2$	1	0

どの状態を初期状態にしても良い。

4つだけ減らすことにできる。
また、最少では無い。

別解 (試験中の質問: 入力することはない 000, 111 についてはドントケアのつもりで) もがこの文章によって出力を0にしてしまった) に注意

(学科

学籍番号

氏名

4. (信号パターン識別器の順序回路による構成)

同じ信号値が3個以上連続することがないようにした信号の時系列だけを順序回路へ入力することにする。この順序回路は、入力される信号の時系列の中に信号パターンA:「010」または信号パターンB:「101」が現れたときに1を出力し、これら以外の長さ3の信号パターンに対しては0を出力することとする。このときに、この順序回路(信号パターン識別器)を以下の手順で構成せよ。なお順序回路が簡単になるように状態遷移先も出力も可能なところはすべてドントケアにせよ。

初期状態を Q_0 とし、順序回路に入力する時系列の最初の信号値が0の場合には Q_1 、1の場合には Q_2 に遷移する。時系列の最初で、まだ3つの入力信号値が与えられていない間は出力を無視するので、順序回路の状態がこれら3つのいずれかであるときには、0と1いずれの入力についても、出力は0と1のどちらでも良いものとする。

各時点に、その時点から2時点過去と1時点過去の信号値を並べたものが00、01、10、11のいずれであったのかということを、それぞれ Q_3, Q_4, Q_5, Q_6 の状態で記憶する。順序回路は現時点の入力を受け取ると、これらの状態によって記憶されている過去2時点分の入力信号と現時点の入力を併せてできる長さ3の信号パターンが、信号パターンA:「010」か、信号パターンB:「101」に一致するとき1を出力し、これら以外の長さ3の信号パターンであるときは、0を出力する。なお一度検出したパターンの末尾側の一部を次のパターンの先頭側の一部として重複して使用できるものとする。

- (a) 以上のように状態とその遷移の仕方、出力を定めた順序回路の状態遷移表と出力表を以下の表を埋めて完成せよ。

入力 x	0	1	0	1
状態	状態遷移先		出力	
Q_0	Q_1	Q_2	*	*
Q_1	Q_3	Q_4	*	*
Q_2	Q_5	Q_6	*	*
Q_3	*	Q_4	0	0
Q_4	Q_5	Q_6	1	0
Q_5	Q_3	Q_4	0	1
Q_6	Q_5	*	0	0

0と1の時の別解

7点

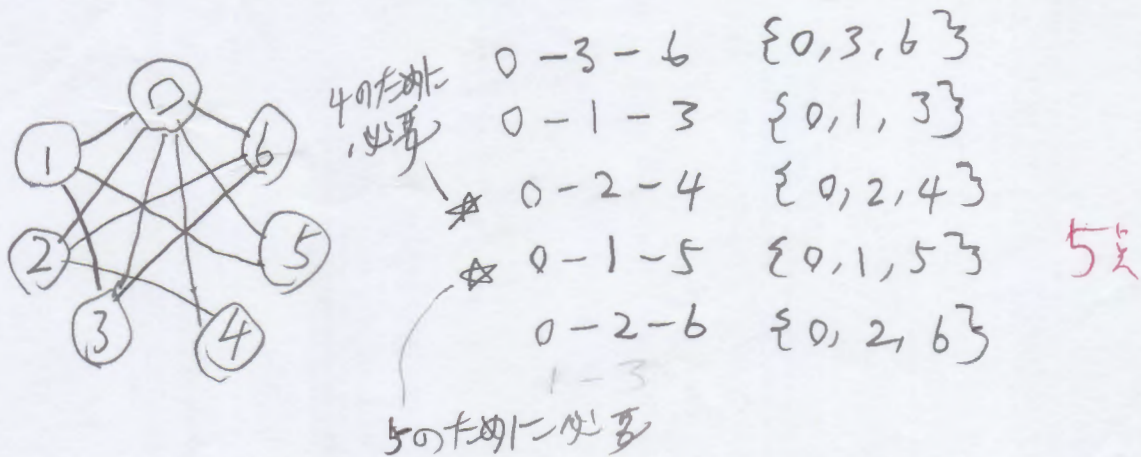
6.5

17点、7点 - 1

- (b) 前問で求めた状態遷移表と出力表を使って、両立的な状態対と非両立的な状態対を求めよ。講義で学んだ方法で表を作り、表の中の非両立的な状態対に相当する欄に×を付けた上で、両立的な状態対と非両立的な状態対を列挙せよ。

1	13					
	24					
2	15	35				
	26	46				
3	24	44	45			
	15	35	55			
4	26	46	66			
	13	33	35			
5	24	44	46			
	15	35	55			
6						
		</				

- (c) 上問の結果に基づき、極大両立的状態集合を、講義で習った方法を途中経過として示した上で求めよ。



- (d) 上問で求めた極大両立的状態集合と状態遷移関係の成立を考慮して、どのような状態を統合して状態数を減らすことができるか検討せよ。統合できる状態の部分集合を示し、統合した状態に対する状態遷移表と出力表を示せ。

X	0	1	0	1
0-3-6	0-1-5	2-4	0	0
0-2-4	1-5	2-6	1	0
0-1-5	1-3	2-4	0	1

$$\hat{Q}_0 = \{Q_0, Q_3, Q_6\}$$

$$\hat{Q}_1 = \{Q_1, Q_5\}$$

$$\hat{Q}_2 = \{Q_2, Q_4\}$$

とすると

状態遷移表 出力表

使う状態を最小にしている 5点...
ただ状態数が減らされる位
多い

ただ表にしたら子集

X	0	1	0	1
$\hat{Q}_0$	$\hat{Q}_1$	$\hat{Q}_2$	0	0
$\hat{Q}_1$	$\hat{Q}_0$	$\hat{Q}_2$	0	1
$\hat{Q}_2$	$\hat{Q}_1$	$\hat{Q}_0$	1	0

(c) が正解でないと不答