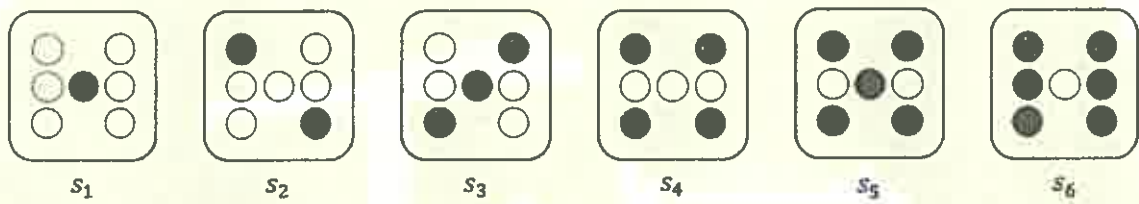


問題A

1 から 6 までのサイコロの目を, 図 1 に示すような LED の点灯パターンによって表したい. このとき, 図 2 に示す a から d までの点灯パターンを組み合わせることで実現する. 例えば, 6 を表示するためには, 図 3 に示すように, $a = 0, b = 1, c = 1, d = 1$ とすれば良い. 以下の問に答えよ.

- (1) サイコロの状態として, それぞれサイコロの目に対応する s_1 から s_6 までの 6 つの状態を取る. サイコロの状態は 3 bit の 2 進数 $x_2x_1x_0$ で表すことにする. 例えば, s_6 のときを $x_2x_1x_0 = 110$ で表す. $x_2x_1x_0$ の値に従って図 1 のように点灯するような a, b, c, d の各論理式を x_2, x_1, x_0 の加法標準形で示せ.



● : 点灯, ○ : 消灯

図 1

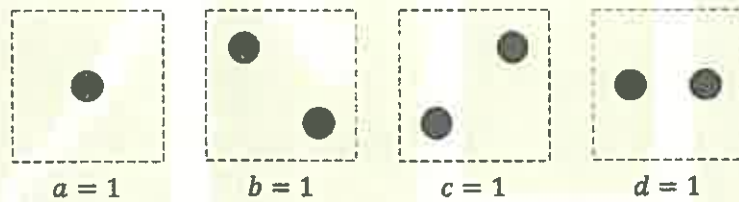


図 2

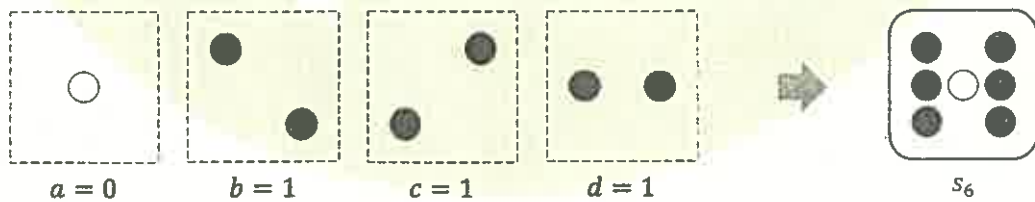


図 3

(2) 問(1)のサイコロにおいて、クロックに同期して動作し、入力信号 S によって制御される論理回路について考える。入力信号 S が0の時は自己ループ遷移になる。 S が1の時は $s_1 \rightarrow s_3 \rightarrow s_5 \rightarrow s_6 \rightarrow s_4 \rightarrow s_2 \rightarrow s_1$ の状態遷移を順に繰り返す。つまり、現在の状態が s_2 の場合に S が1であれば、次のクロックで状態が s_1 に変化する。

(a) この回路の状態遷移図を示せ。

(b) 問(2)(a)で求めた状態遷移図を元に、 S と現在の状態 $x_2x_1x_0$ とを用いて、次の状態 $x_2'x_1'x_0'$ の状態遷移表を示せ。

(3) 6の目を他の目よりも高い確率で出すような「いかさまサイコロ」を考える。ここで、問(1)の状態に加えて、新しい状態 s_7 および $x_2x_1x_0 = 111$ を導入する。状態遷移がこの状態 s_7 に到達すると、LEDは6の目を表示するものとする。

(a) このいかさまサイコロの目をLEDで表示するための組み合わせ回路を設計したい。可能な限り単純化した a, b, c, d の各論理式を示せ。なお、状態 s_0 の場合は考慮しなくてよい。

(b) いかさまサイコロの状態遷移を実現するため、問(2)と同様に入力信号 S を考える。ただし、状態遷移は $s_1 \rightarrow s_3 \rightarrow s_5 \rightarrow s_6 \rightarrow s_7 \rightarrow s_4 \rightarrow s_2 \rightarrow s_1$ の順に繰り返されるものとする。この状態遷移の回路図を設計し図示せよ。なお、回路図は、図4に示す記号のみを使用し、可能な限り単純化すること。

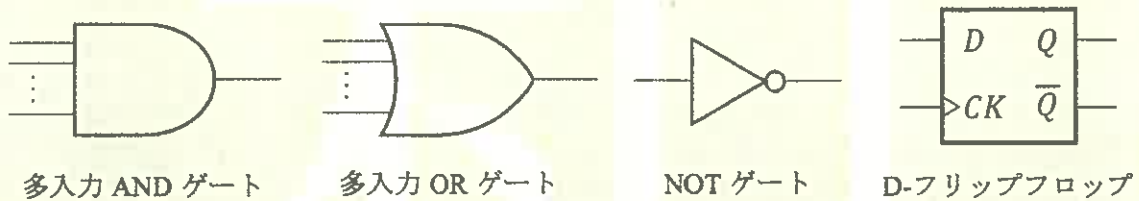


図4

Problem A

We would like to indicate the number on a dice, which is 1 to 6, by using lighting patterns of LEDs as shown in Fig. 1. This aim is realized with a combination of the lighting patterns from a to d shown in Fig. 2. For example, the number 6 can be indicated by combination of $a = 0$, $b = 1$, $c = 1$, and $d = 1$, as shown in Fig. 3. Answer the following questions.

- (1) It is assumed that the dice has six states, s_1 to s_6 , which correspond to the numbers on that dice, respectively. A 3-bit binary number $x_2x_1x_0$ is used to represent the state of the dice. For example, state s_6 is represented as $x_2x_1x_0 = 110$. In order to realize the lighting patterns in Fig. 1, describe the logical expression for each of a , b , c , and d as a disjunctive normal form of x_2 , x_1 , and x_0 .

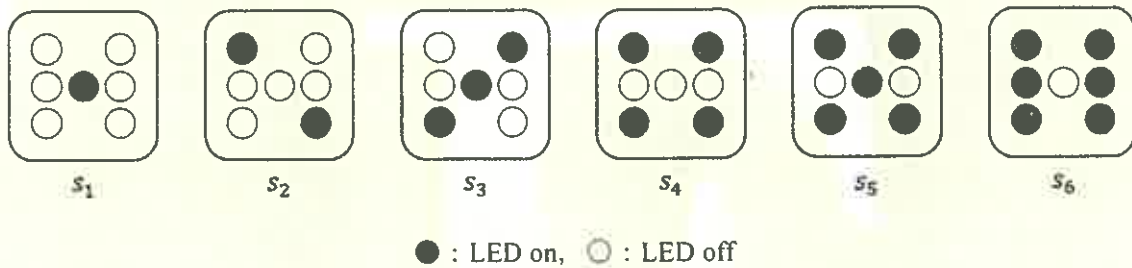


Fig. 1

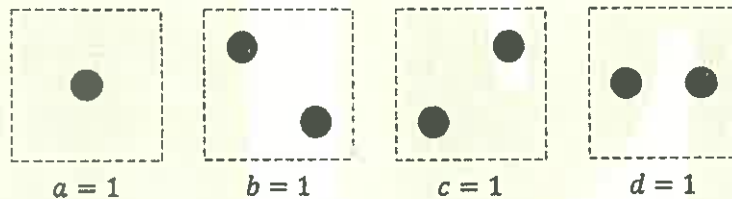


Fig. 2

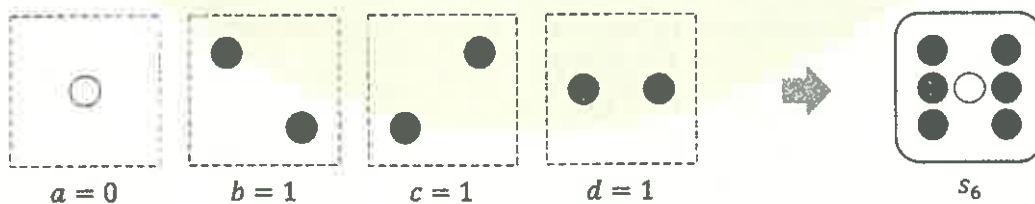


Fig. 3

(2) Based on the dice in Question (1), we consider a logical circuit, which is synchronous with clock pulses and also controlled by an input signal S . When S is 0, a self-loop transition happens. When S is 1, a state transition happens in the following order: $s_1 \rightarrow s_3 \rightarrow s_5 \rightarrow s_6 \rightarrow s_4 \rightarrow s_2 \rightarrow s_1$ and these transitions are repeated. For example, when the current state is s_2 and S is 1, it moves to s_1 on the next clock.

(a) Show the state transition diagram for this circuit.

(b) Based on the diagram in Question (2)(a), show the state transition table for the next state index $x_2'x_1'x_0'$ by using S and the current state index $x_2x_1x_0$.

(3) We would like to implement a "false dice", which indicates the number 6 with higher probability than the other numbers. Here, in addition to the original states in Question (1), a new state, s_7 , is introduced, and it is represented as $x_2x_1x_0 = 111$. When a state transition arrives at this state s_7 , the LEDs are turned on to indicate the number 6.

(a) We would like to design the combinational circuit to indicate the number on this false dice by LEDs. Describe the logical expression for each of a , b , c , and d , which must be simplified as much as possible. Here, it is not necessary to consider state s_0 .

(b) To realize the state transitions for the false dice, the input signal S is considered as in Question (2). Here, state transitions happen in the following order: $s_1 \rightarrow s_3 \rightarrow s_5 \rightarrow s_6 \rightarrow s_7 \rightarrow s_4 \rightarrow s_2 \rightarrow s_1$. Design and draw the circuit for the state transition. You may use only the symbols shown in Fig. 4, and the circuit must be simplified as much as possible.

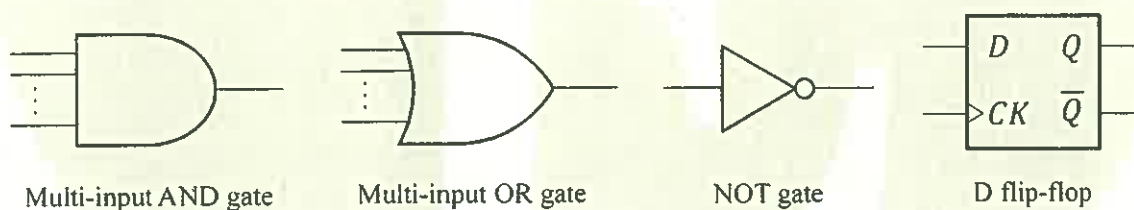


Fig. 4