

1. 負数を 2 の補数で表現する 12 ビットの 2 進表記法について考える。

(1) この形式で表現できる 0 より大きな数の個数を答えよ。

解答欄

(2) この形式で表現できる 0 より小さな数の個数を答えよ。

解答欄

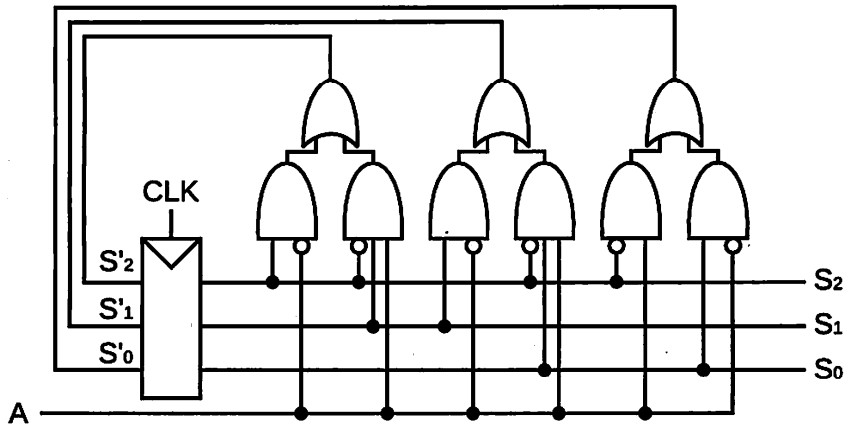
(3) この形式で表現すると全ビットが 1 となる数を 10 進数で表せ。

解答欄

(4) この形式で表現できる最小の数を 10 進数で表せ。

解答欄

2. 次の図に示すステートマシンについて考える。このステートマシンはクロック入力 CLK と 1 ビットの入力信号 A をもち、状態は S_2, S_1, S_0 の 3 ビットで符号化されている。出力信号には 3 ビットの状態がそのまま出力されている。



- (1) このステートマシンは Mealy 型か Moore 型か？ 理由とともに答えよ。

解答欄

- (2) 初期状態を $(S_2, S_1, S_0) = (0, 0, 0)$ とする。このステートマシンをデジタル回路としての動作条件 (タイミング制約など) の範囲内で通常動作させることを考える。この際、初期状態から到達可能な状態の数は初期状態も含めていくつあるか答えよ。

解答欄

3. 5 段パイプライン構成をもち、クロック周波数が 2 GHz のプロセッサに、100 命令のプログラムを実行させたところ、パイプラインハザードを生じることなく動作した。以下の設問に答えよ。

- (1) クロック信号の周期を求めよ。

解答欄

- (2) このプログラムの実行にかかった時間を求めよ。

解答欄

- (3) このときの CPI (clock cycles per instruction) を求めよ。

解答欄

- (4) プロセッサの構成に変更を加え、動作周波数を 1.5 倍に改善することができたが、一方で CPI は 1.2 倍になった。この新しい構成のプロセッサで上記のプログラムを実行したときの実行時間を求めよ。

解答欄

4. 正規表現 $r = 10+(0+11)(0+1)$ に関する以下の設問に答えよ。なお、一般に、正規表現 r_1 と r_2 が表す言語をそれぞれ $L(r_1)$ と $L(r_2)$ とするとき、正規表現 r_1+r_2 が表す言語 $L(r_1+r_2)$ は $L(r_1)$ と $L(r_2)$ の和集合である。また、 r^* は正規表現であり、言語 $L(r^*)$ は $L(r)$ のクリーネ閉包である。

- (1) 言語 $L(r)$ の要素は何個か。

解答欄

- (2) 言語 $L(r)$ を受理する決定性有限オートマトンの状態遷移図を描け。

解答欄

- (3) 言語 $L(r^*)$ を受理する決定性有限オートマトンの状態遷移図を描け。また、その状態数を最小化せよ。

解答欄

- (4) 次の記号列 $w_1 \sim w_5$ のうち、言語 $L(r^*)$ に属するものをすべて選び、○で囲め。

解答欄

$w_1 = 001$

$w_2 = 100001$

$w_3 = 00111110$

$w_4 = 0101010$

$w_5 = 1111101110$

5. チューリングマシンに関する以下の設問に答えよ。なお、ヘッドの初期の位置はテープの左端にあり、左端の空白記号 B に続いて入力記号列 w が与えられる。入力記号の集合は $\Sigma = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ 、テープ記号の集合は $\Gamma = \Sigma \cup \{B\}$ であり、テープ上の入力記号列 w 以外はすべて空白記号である。

(1) 状態の集合は $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, f\}$ 、初期状態は q_0 、受理状態の集合は $F = \{f\}$ とする。各状態でヘッドが読んだ記号に対応する動作として、遷移先の状態、テープに書き込む記号、書き込み後のヘッドの移動を表す 3 つ組が表 1 のように定義されているものとする。 R と L はそれぞれ右と左のヘッドの移動を表し、表 1 の空欄でチューリングマシンが停止する。このチューリングマシンへの入力記号列が (a) $w = 21$, (b) $w = 2018$, (c) $w = 899$ の場合、チューリングマシンが停止したときのテープの記号列をそれぞれ求めよ。解答欄には空白記号を省略して記してよい。

表 1

記号 \ 状態	q_0	q_1	q_2	q_3	f
B	(q_1, B, R)	(q_2, B, L)		$(f, 1, L)$	
0		$(q_1, 0, R)$	$(f, 2, L)$	$(f, 1, L)$	
1		$(q_1, 1, R)$	$(f, 3, L)$	$(f, 2, L)$	
2		$(q_1, 2, R)$	$(f, 4, L)$	$(f, 3, L)$	
3		$(q_1, 3, R)$	$(f, 5, L)$	$(f, 4, L)$	
4		$(q_1, 4, R)$	$(f, 6, L)$	$(f, 5, L)$	
5		$(q_1, 5, R)$	$(f, 7, L)$	$(f, 6, L)$	
6		$(q_1, 6, R)$	$(f, 8, L)$	$(f, 7, L)$	
7		$(q_1, 7, R)$	$(f, 9, L)$	$(f, 8, L)$	
8		$(q_1, 8, R)$	$(q_3, 0, L)$	$(f, 9, L)$	
9		$(q_1, 9, R)$	$(q_3, 1, L)$	$(q_3, 0, L)$	

解答欄

(a)

(b)

(c)

- (2) 入力記号列として任意の非負の整数が与えられたとき, 1 を加算した整数に書き換えて停止するチューリングマシンを M とする. 例えば, M は入力記号列 $w = 809$ を 810 に書き換えて停止する. M の動作を表 1 にならって記述せよ. 初期状態と唯一の受理状態をそれぞれ q_0 と f とすること. なお, テープ上の整数は 10 進法で表記するものとする.

解答欄

記号 \ 状態	
B	
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	