

令和 7 年度大学院[春・秋]入学 3 月試験

情報通信システム工学専攻

論 述 試 験

【60 分】

[注意事項]

1. 試験開始の合図があるまで，この問題冊子を開かないでください。
2. この問題冊子には論述試験の問題が記載されています。万一，落丁・乱丁があった場合は，手をあげて申し出てください。
3. 黒鉛筆，シャープペンシル，消しゴム，鉛筆けずり，時計，眼鏡，受験票以外は机上に置かないでください。
4. 監督者の指示に従い，解答用紙に受験番号・氏名を記入してください。
5. 試験終了の合図で解答を終了し，監督者の指示があるまで席を立たないでください。また問題冊子は持ち帰ってください。

【問1】 卒業研究もしくは入学後に取り組む予定の研究内容に関して
論述せよ。必要であれば図表や数式を使用してもよい。

【問 2】下記の (2-1) もしくは (2-2) のうち, 1 問を選択して答えよ.

(2-1)

電気抵抗 $R[\Omega]$ とコンデンサ $C[F]$ を各 1 個ずつ使用して接続したローパスフィルタ回路図を作成し, この回路の特性について, 下記のキーワードを全て使用し説明せよ. 説明に図や式を使ってもよい.

キーワード: インピーダンス, 直流, 交流, 伝達関数, 周波数応答特性(ボード線図), 振幅, 位相, 遮断周波数, デシベル

(2-2)

有限オートマトン $M_1 = \langle S, I, F, q_0, f \rangle$ を以下のように定義すると, その状態遷移図は図 2-2 のようになる. これをもとに, 次の(1)から(5)の問いに答えよ.

$S = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$	(状態の有限集合)
$I = \{a\}$	(入力アルファベット)
$F = \{q_0, q_2\}$	(受理状態 $F \subseteq S$)
q_0	(初期状態 $q_0 \in S$)
$f(q_0, a) = \{q_1\}$	(状態遷移関数 $S \times I \rightarrow S$)
$f(q_1, a) = \{q_2\}$	(同上)
$f(q_2, a) = \{q_3\}$	(同上)
$f(q_3, a) = \{q_0\}$	(同上)

図 2-2 有限オートマトン M_1 の状態遷移図

(1) M_1 はどのような文字列を受理するか, I の要素を用いて日本語で簡潔に答えよ.

(2) M_1 の状態遷移図(図 2-2)に倣って以下の有限オートマトン M_2 の状態遷移図を描け. ただし, ϕ は空集合を表すものとする.

$$M_2 = \langle S, I, F, q_0, f \rangle$$

$$S = \{r, s, t, u\}$$

$$I = \{a, b\}$$

$$F = \{u\}$$

$$q_0 = r$$

$$f(r, a) = \phi$$

$$f(r, b) = \{s\}$$

$$f(s, a) = \{s, t\}$$

$$f(s, b) = \{s\}$$

$$f(t, a) = \phi$$

$$f(t, b) = \{u\}$$

$$f(u, a) = \phi$$

$$f(u, b) = \phi$$

(3) M_2 は決定性, 非決定性のどちらの有限オートマトンであるか, 理由をつけて答えよ.

(4) M_2 はどのような文字列を受理するか, I の要素を用いて日本語で簡潔に答えよ.

(5) M_1, M_2 のような有限オートマトンはどのような製品やサービスに用いることができると考えられるか. 具体例を挙げ, 説明せよ.

令和 7 年度大学院春入学 3 月試験

情報通信システム工学専攻 論述試験 解答例

【問 1】

【採点の観点】

卒業研究もしくは入学後に取り組む予定の研究について，その研究の背景，解決しようとする問題，提案する解決方法，などが，明確かつ論理的に矛盾なく書かれていること。

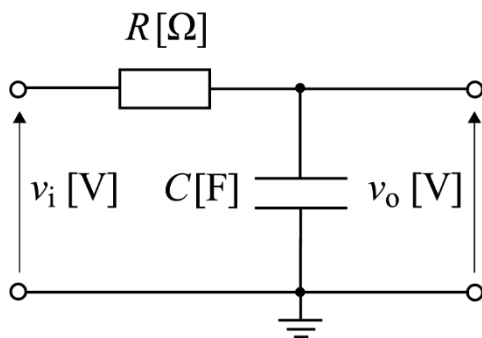
また，適切に図やグラフを用いるなどして，研究の内容について分かりやすく説明していること。

【問 2】

(2-1)

【解答例】

入力電圧を v_i ，出力電圧を v_o と表すと，回路図は下図となる。



コンデンサ C [F] のインピーダンスは $\frac{1}{j\omega C}$ [Ω] なので，入力電圧が直流の場合にはコンデンサは開放とみなせるため，定常状態の出力電圧は入力電圧と等しくなる。一方，入力電圧が交流の場合にはその周波数に依存するようになる。コンデンサの充放電に要する時間の尺度として時定数があり，この回路では RC [s] となる。

回路図より，出力電圧は次式で表される：

$$v_o = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} v_i = \frac{1}{1 + j\omega CR} v_i$$

これより，伝達関数 T は下式で表される．

$$T = \frac{v_o}{v_i} = \frac{1}{1 + j\omega CR} = \frac{1}{1 + j\left(\frac{f}{f_c}\right)} , \quad \left(f_c = \frac{1}{CR}\right)$$

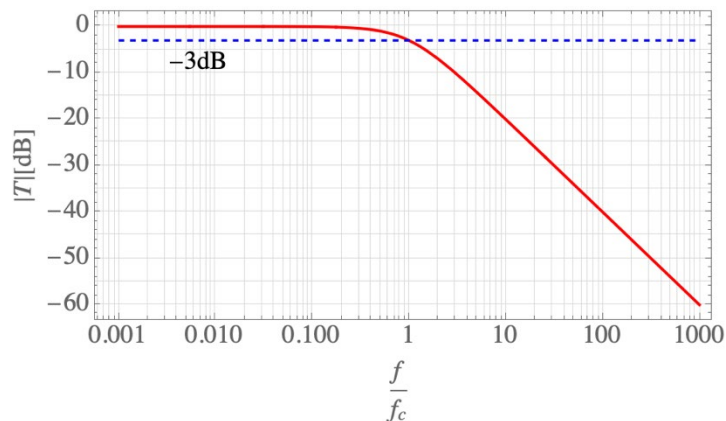
伝達関数より，振幅特性は下式となる．

$$|T| = \frac{1}{\sqrt{1 + (f/f_c)^2}}$$

デシベル表記では下式で表される．

$$|T| = 20 \log \frac{1}{\sqrt{1 + (f/f_c)^2}} = -20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2} = -10 \log(1 + (f/f_c)^2) \text{ [dB]} .$$

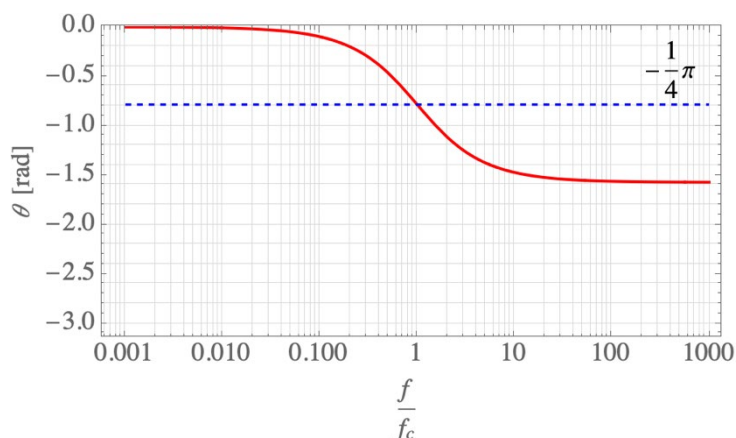
これを周波数応答特性として描くと下図となり， $f = 0$ で $|T| = 0$ [dB]であり，低周波帯が通過帯域となる．また，高周波帯では利得が低下し，下記の遮断周波数以降 ($f \gg f_c$) では，周波数が2倍となると利得が1/2倍 (デシベルでは-6dB) となる．



伝達関数より，位相特性は下式で表される．

$$\theta = -\tan^{-1}(f/f_c)$$

この特性式を周波数応答図として描くと下図となり，入出力信号の位相差は $f \rightarrow 0, f \rightarrow \infty$ でそれぞれ $\theta = 0, \theta = -\frac{\pi}{2}$ [rad] に漸近する．



伝達関数の導出時に定義した $f = f_c \left(= \frac{1}{CR} \right)$ [Hz] では，通過帯域よりも約 -3dB 利得が落ち，周波数 f_c のことを遮断周波数という．また，この時の位相は $\theta = -\tan^{-1}(1) = -\frac{\pi}{4}$ [rad] となる．

(2-2)

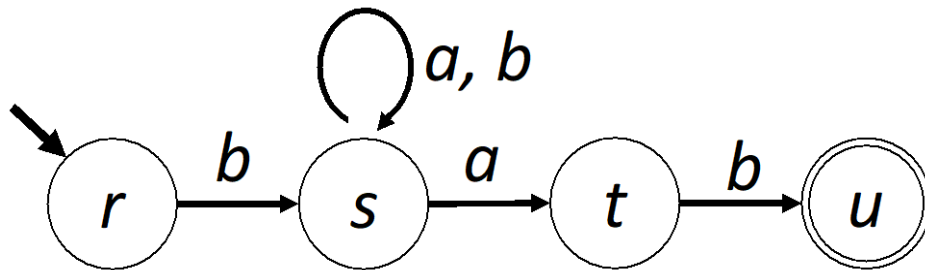
(1)

【解答例】

a が 2 回以上偶数回連続するような文字列を受理する．(aa(aa)*)

(2)

【解答例】



(3)

【解答例】

非決定性有限オートマトンである.

(理由)

状態 s からの遷移で入力 a であるとき、遷移先が複数 (s と t) 存在する. また、状態 r では、入力 a であるとき、遷移先が存在しない. すなわち、ある状態において入力をひとつ決めても遷移先が一意に定まらない、あるいは遷移先が存在しないことを許容するオートマトンであり、非決定性であると言える.

(4)

【解答例】

b で始まり, ab で終わる a と b のみから構成される文字列を受理する.

$(b(a|b)^*ab)$

(5)

【解答例】

例えば、コンパイラの字句解析において用いることができる。プログラマの書いたコードを一連の文字列として捉え、そこから指定された文字列（キーワード、識別子、空白など）を、非決定性有限オートマトンで受理することで切り出し、その先の構文解析に進めることができる（構文解析でもオートマトンを使用する）。受理できない文字列があれば、エラーとしてプログラマに差し戻す。

プログラミング言語で用いるキーワードや識別子は正規表現で定義されることが多く、これを受理するかどうかを決定するオートマトンを作成する際は、その変換の容易さから、まず非決定性の有限オートマトンに置き換えた上で、これと等価の決定性有限オートマトンに変換し、さらにメモリに展開する際に有利となるように等価の最簡形の決定性有限オートマトンに変換して用いられる。