

大阪大学大学院情報科学研究科 2015 年度 過去問解答

渡邊 航平

平成 27 年 7 月 18 日

1 【必須問題】 アルゴリズムとプログラミング

1.1

1.1.1

1 4 8
1 2 3
2 2 3
3 3 3

1.1.2

do-while ループが実行された回数を t とする. このとき, N 回ループが実行されたときに以下の不等式が成立する.

$$N \times \left(\frac{1}{2}\right)^t \leq 1 \leq N \times \left(\frac{1}{2}\right)^{t-1}$$

これを变形して,

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow 2^t &\geq N > 2^{t-1} \\ \Leftrightarrow t &\geq \log N > t-1 \\ \Leftrightarrow \log N &\leq t < \log N + 1 \end{aligned}$$

となる.

これより, $N = 1000$ とすると, $t = 10$ となるため, 最大 10 回の do-while ループが実行される.

1.1.3

$N = 8, A[] = \{2, 4, 5, 6, 9, 11, 15, 20\}, x = 13$ とする.

このとき, $(left, mid, right) \Rightarrow (1, 4, 8) \Rightarrow (4, 6, 8) \Rightarrow (6, 7, 8) \Rightarrow (6, 6, 7) \Rightarrow (6, 6, 7) \Rightarrow \dots$ と無限ループに陥る. また, 末尾の値を探索するときも, 同様に無限ループになる.

したがって, 探索する値が存在しない時と, 末尾の値を検索する際に正しい結果が表示されなくなる.

1.2

1.2.1

i=3	0	-1	20	-1	-1	-1	30	-1	50	-1	-1	-1	45	-1	65	-1
i=4	0	-1	25	-1	45	-1	30	-1	55	-1	75	-1	45	-1	70	-1

1.2.2

$$sack[i][index] - sack[i-1][index - size[i]] == value[i]$$

2 【必須問題】 計算機システムとシステムプログラム

2.1

2.1.1

$[0.101]_2$

2.1.2

(a) $[0011111010000000]_2$, (b) $[0100010100000000]_2$,
(c) $[0011000000000000]_2$, (d) $[0011011001100110]_2$

2.1.3

0.1 は 2 進数で $[0.0001100110011001\dots]$ と循環小数になり、無限桁の表現は有限桁では不可能なため。

2.2

2.2.1

エ, オ, イ, ア, ウ

2.2.2

(a) キ, (b) オ, (c) サ, (d) キ, (e) イ, (f) キ, (g) ク, (h) コ, (i) カ

2.2.3

LRU 方式は、主記憶にあるページのうち、最も長い間参照されていないページを選択する。スタックは、参照されたページ番号をスタックの最上部に入れる。つまり、スタックの最下部が最も古いものになり、ページアウトの対象となる。

参照ページ	0	1	2	3	3	4	2	1	0	5	1	2
IN	↓	↓	↓	↓		↓			↓	↓		
ページ枠 (スタック)	0	1	2	3	3	4	2	1	0	5	1	2
		0	1	2	2	3	4	2	1	0	5	1
			0	1	1	2	3	4	2	1	0	5
				0	0	1	1	3	4	2	2	0
OUT						↓			↓	↓		
						0			3	4		

表 1: (2-3)LRU 方式

表 1 より、LRU の場合のページ枠が保持するページ番号は、

2 1 5 0

となる。ページフォルトが発生するものは、スワップインした番号となる。

FIFO 方式は、メインメモリ上のもっとも古いページを置き換える。置き換えが必要になると、キュー先頭のページを選び、ページアウトする。ページインの場合はキューの最後につなぐ。

また、表 2 より、FIFO の場合のページ枠が保持するページ番号は、

0 5 1 2

となる。ページフォルトが発生するものは、スワップインした番号となる。

参照ページ	0	1	2	3	3	4	2	1	0	5	1	2
IN	↓	↓	↓	↓		↓			↓	↓	↓	↓
ページ枠 (FIFO キュー)	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	0
		1	1	1	1	2	2	2	3	4	0	5
			2	2	2	3	3	3	4	0	5	1
				3	3	4	4	4	0	5	1	2
OUT						↓			↓	↓	↓	↓
						0			1	2	3	4

表 2: (2-3)FIFO 方式

このように，LRU 方式と FIFO 方式で表の作成方法が変わるため，注意が必要である ¹⁾

2.2.4

¹⁾村田先生プリント参照

3 【選択問題】 離散構造

3.1

3.1.1

(3-1-1) (c)

(3-1-2) (b),

真 : $p(a) = \text{true}, p(b) = \text{true}, q(a) = \text{false}, p(b) = \text{false}$
偽 : $p(a) = \text{true}, p(b) = \text{false}, q(a) = \text{false}, p(b) = \text{true}$

(3-1-3) (a)

3.1.2

$$\begin{aligned}\neg E &= (A \wedge B \wedge C)D \\ &= \forall x \forall y (\neg p(x, y) \vee p(y, x)) \wedge \forall x \forall y \forall z (\neg p(x, y) \wedge \neg p(y, z) \vee p(x, z)) \wedge \forall x \exists y p(x, y) \wedge \exists z \neg p(z, z) \\ &= \exists a \forall x \exists b \forall y \forall z [(\neg p(x, y) \vee p(y, x)) \wedge (\neg p(x, y) \wedge \neg p(y, z) \vee p(x, z)) \wedge p(x, y) \wedge \neg p(z, z)] \\ &\dots(\text{冠頭標準})\end{aligned}$$

ここで,

$$\begin{aligned}\neg E' &= \forall x \forall y \forall z [(\neg p(x, y) \vee p(y, x)) \wedge (\neg p(x, y) \wedge \neg p(y, z) \vee p(x, z)) \wedge p(x, h(x)) \wedge \neg p(a, a)] \\ &\dots(\text{チョムスキー標準形})\end{aligned}$$

となる. 上式の項を左から順に (1),(2),(3),(4) とすると, $\neg E'$ に関して, (1),(2) より, $x = a, y = h(a), z = a$ とすると,

$$\neg p(a, h(a)) \wedge p(a, a) \dots (5)$$

また, (4),(5) より,

$$\neg p(a, h(a)) \dots (6)$$

また, (3),(6) より, $x = a$ とすると, 空節となるため, 元の E も充足不能となる.

3.2

3.2.1

反射性 : あり, 対称性 : なし, 反対称性 : あり

3.2.2

$$R_{P(A)} = \{(\phi, \phi), (\phi, \{0\}), (\phi, \{1\}), (\{0\}, \{0\}), (\{0\}, \{0, 1\}), (\{1\}, \{1\}), (\{1\}, \{0, 1\}), (\{0, 1\}, \{0, 1\})\}$$

となるため,

$$|R_{P(A)}| = 8$$

3.2.3

$$|R_{P(A)}| = 8, 23, 72, \dots$$

となったので,

$$|R_{P(A)}| = 2^n + \sum_{i=0}^{n-1} ({}_nC_i * {}_nC_{i-1})$$

3.2.4

$$|R_{P(A)}| = 2^n + \sum_{i=0}^{n-1} ({}_nC_i * {}_nC_{i-1}) + n(n-1)$$

(合ってるかわかりません)

4 【選択問題】 計算理論

4.1

4.1.1

(反射律, 対称律, 推移律を示しといてください.)

4.1.2

状態同値を求める繰り返しアルゴリズムの結果を以下の表 1 に示す²⁾.

b								
c	x	x						
d	x	x	x					
e	x	x	x	x				
f	x	x	x	x				
g	x	x	x	x	x	x		
h	x	x	x	x	x	x	x	
i	x	x	x	x	x	x	x	
	a	b	c	d	e	f	g	h

図 1: 状態同値を求めている

これより, 同値類は以下のようなになる.

$$\{a, b\}, \{c\}, \{d\}, \{e, f\}, \{g\}, \{h, i\}$$

4.1.3

以下の図 2 のようになる.

4.1.4

$L(M_2) = L(M_3)$ なる DFA $M_3 = \{Q_3, \{0, 1\}, \delta_3, q_3, F_3\}$ を仮定する. ただし, $|Q_3| < |Q_2|$ とする.

$L(M_2) = L(M_3)$ より, 開始状態 q_2, q_3 は区別不能. 任意の $p_2 \in Q_2$ は q_2 から到達可能なので, 各 $p_2 \in Q_2$ に対し, 区別不能な $q_3 \in Q_3$ が存在する.

ここで, $|Q_3| < |Q_2|$ より, ある $p_2 \in Q_2, p'_2 \in Q_2, p_2 \neq p'_2, p_3 \in Q_3$ が存在し, p_2, p_3 が区別不能, かつ, p'_2, p_3 が区別不能となる. しかし同値関係の推移律より, p_2, p'_2 が区別不能となり, M_2 が最小化アルゴリズムの結果であることに矛盾する. したがって, M_2 の状態数は最小となる.

²⁾やり方は計算理論講義資料参照のこと

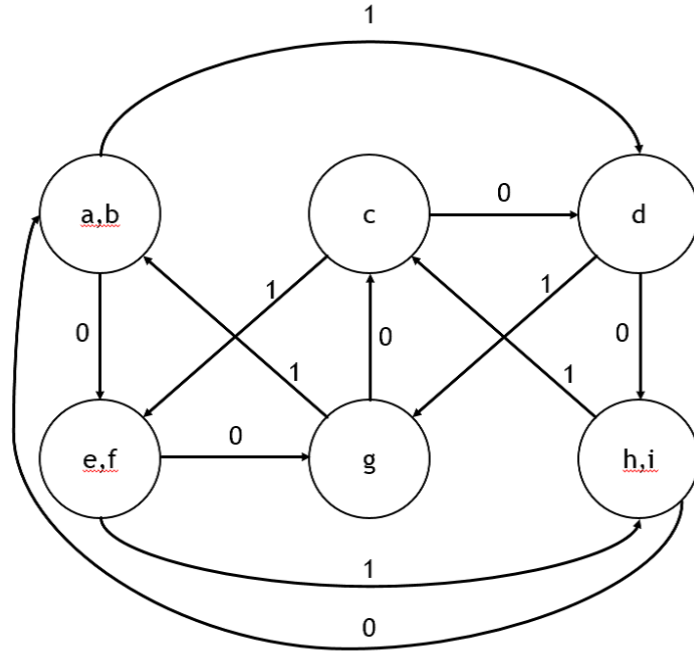


図 2: 状態遷移図

4.2

(a)5, (b)6, (c) a , (d) ϵ , (e) b , (f) b^{K-1} , (g) uv^iwx^iy , (h) $1^4A_1b^4$, (i) aA_1b , (j) $b^jc^K(j = 0, 1, 2, \dots)$, (k) v と x は高々2種類の文字を含む,
(l) $|uvx| \leq K$ より, v と x は高々2種類の文字しか含まないため, uxy では a, b, c の個数が同じにはならないため, uxy は L_B には含まれない. ,
(m) a を含まない, (n) a, b, c を同時に含む,
(o) $|uvx| \leq K$ より, a の右端から c の左端までは K 個の b が存在するため, a, b, c を同時に含む uvx は存在しない.

5 【選択問題】 ネットワーク

5.1

5.1.1

$$10p^3(1-p)^2, \quad 5p^4(1-p), \quad p^{53})$$

5.1.2

2 個の誤りまでは正しく復号化されるので、前問を足し合わせるだけでよい。したがって、

$$10p^3(1-p)^2 + 5p^4(1-p) + p^5$$

5.1.3

2 個までの誤りを訂正可能であるため、 $d_{max} = 2$

$$d = 1, \quad \frac{9^4 * 14}{10^5} \text{ 4)}$$

5.2

5.2.1

(あ)h, (い)m, (う)j, (え)c, (お)l, (か)f

5.2.2

エントリー番号	宛先 IP アドレス	サブネットマスク	出力先インターフェース
1	172.16.0.0	255.255.0.0	#1
2	192.128.128.0	255.255.255.0	#2
3	10.0.0.0	255.0.0.0	#3
4	192.129.129.0	255.255.255.0	#2
5	192.168.130.0	255.255.255.0	#3

表 3: (2-2) ルータ A ルーティングテーブル

5.2.3

1) $H_B + H_C + 9$

2) $N_B + N_C + 5$

3) $N_B + N_C + 5$

5.2.4

競合回避のため、ルータに届いたパケットはまずバッファにためられ、パケットヘッダと経路表を参照して出力先インターフェースを決定し、1 つずつパケットが送信される。

³⁾重複組み合わせ

⁴⁾ $d = 0$ の場合、0 個間違いがある場合のみ正しく復号され、5 個間違いがある場合のみ誤って復号される。
 $d = 1$ の場合、0 か 1 個間違いがある場合に正しく復号され、4,5 個間違いがある場合に誤って復号される。
 $d = 2$ の場合、0,1,2 個間違いがある場合に正しく復号され、3,4,5 個間違いがある場合に誤って復号される。

6 【選択問題】 電子回路と論理設計

6.1

6.1.1

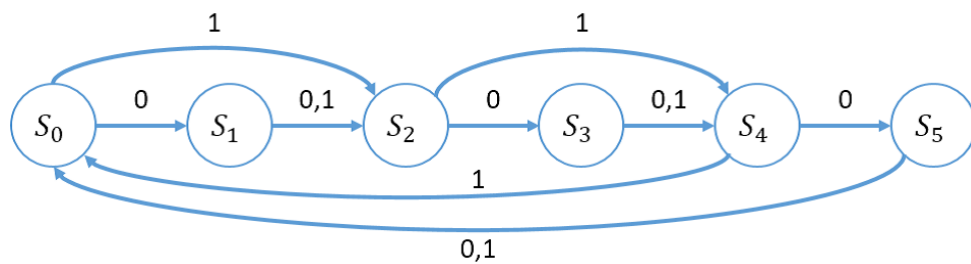


図 3: 状態遷移図

6.1.2

		Q_0x			
		00	01	11	10
Q_2Q_1	00	0	0	0	0
	01	d	d	1	1
	11	1	0	1	1
	10	0	0	d	d

		Q_0x			
		00	01	11	10
Q_2Q_1	00	0	1	1	1
	01	d	d	1	1
	11	0	0	1	1
	10	0	0	d	d

		Q_0x			
		00	01	11	10
Q_2Q_1	00	1	1	1	1
	01	d	d	0	1
	11	0	0	0	0
	10	0	0	d	d

$$Q_2^+ = Q_1Q_0 + Q_1\bar{x}$$

$$Q_1^+ = \bar{Q}_2x + Q_0$$

$$Q_0^+ = \bar{Q}_2\bar{Q}_1 + \bar{Q}_2\bar{x}$$

図 4: 状態遷移表

6.1.3

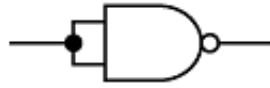
ド・モルガン則を用いて NAND 回路を作成していく⁵⁾。

$$\neg(P \vee Q) = \neg P \wedge \neg Q$$

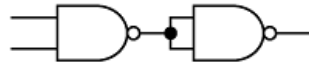
$$\neg(P \wedge Q) = \neg P \vee \neg Q$$

また、NAND 回路のみでの各回路の変換は以下の図 5 のようになる。
これらを踏まえ、各 Q^+ を NAND 回路へと変換すると、

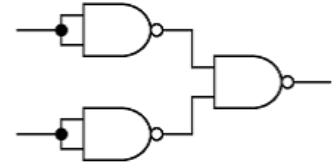
⁵⁾この 2 入力 NAND 変換は頻出なので、是非抑えておきたいところ。



[1]NOT



[2]AND



[3]OR

図 5: NAND 回路変換一覧

$$\begin{aligned} Q_2^+ &= \overline{\overline{(Q_1 \bullet Q_0)} \bullet \overline{(Q_1 \bullet \bar{x})}} \\ Q_1^+ &= \overline{\overline{(Q_2 \bullet x)} \bullet \overline{Q_0}} \\ Q_0^+ &= \overline{\overline{(Q_2 \bullet Q_1)} \bullet \overline{(Q_2 \bullet \bar{x})}} \end{aligned}$$

となり，この通りに回路図を書けばよい．もちろん最小の指定がなければどのように描いてもよい．

6.1.4

6.2

6.2.1

(a)p, (b)n⁶⁾, (c) しきい電圧, (d) 負電荷, (e) チャネル, (f)NOT⁷⁾

6.2.2

ディジタル回路では，nMOS は「ゲートに L を加えると閉じるスイッチ」，pMOS は「ゲートに H を加えると閉じるスイッチ」と言い換えができる．

0	0	V_{dd}
0	V_{dd}	V_{dd}
V_{dd}	0	V_{dd}
V_{dd}	V_{dd}	0

表 4: (2-2) 図 5

0	0	0
0	V_{dd}	V_{dd}
V_{dd}	0	V_{dd}
V_{dd}	V_{dd}	V_{dd}

表 5: (2-2) 図 6

⁶⁾n 型のチャネルが形成される MOS を n-MOS という．

⁷⁾そもそも 1 入力なので…