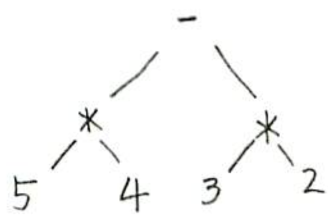
# 平成19年度 院試解答例

1. 青木 2. 長谷川 3. 伊藤 8. 伊藤 9. 長谷川 10. 青木

1

(1) ・二分木は

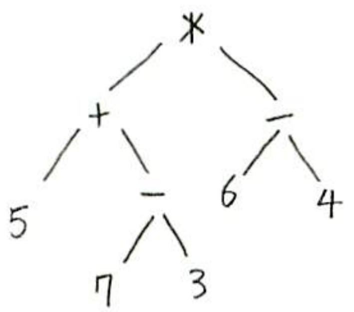


・演算結果は

(5*4) − (3*2) = 14

(2)

(2-1)



(2-2)

5 7 3 − + 6 4 − *

(3) ある頂点において その頂点が 整数(葉)であれば そのまま 出力。
演算子であれば,左部分木の内容をすべて出力し,その後
右部分木の内容をすべて出力した後にその頂点を出力
すればよい。

(4)

(4-1) (ア) push (token-> number)

(イ) push ( b + a)  ((a+b)でも可)

(ウ) push ( b − a)

(エ) push ( b * a)  ((a*b)でも可)

(オ) push ( b / a)

(カ) pop()

(4-2) [ ] → [4] → [4 5] → [4 5 6] → [5 6] → [6] → [20 6]
→ [ 6 ] → [ ] → [26] → [ ]

[ ] → [4] → [5 4] → [6 5 4] → [5 4] → [ 4 ] → [30 4]
→ [ 4 ] → [ ] → [34] → [ ]

(訂正：馬場)

## [2] 論理回路

(1)

(1-1)

| | $a_3$ | $a_2$ | $a_1$ | $a_0$ |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 |

| $a_3a_2$ \ $a_1a_0$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 01 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 1 | 0 |

カルノー図より

$$f = a_2\overline{a_1}a_0 \vee \overline{a_3}a_2a_0 \vee \overline{a_2}a_1a_0 \vee \overline{a_3}\,\overline{a_2}a_1$$

（もしくは $f = a_2\overline{a_1}a_0 \vee \overline{a_3}a_1a_0 \vee \overline{a_2}a_1a_0 \vee \overline{a_3}\,\overline{a_2}a_1$ ）

(1-2)

| | $a_3$ | $a_2$ | $a_1$ | $a_0$ |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 |

| $a_3a_2$ \ $a_1a_0$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 01 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 11 | d | d | d | d |
| 10 | d | 0 | d | d |

入力は 0000〜1001

カルノー図より

$$f = a_2a_0 \vee \overline{a_2}a_1$$

(1-3)

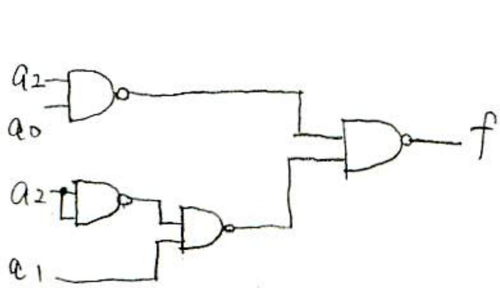
$$f = a_2a_0 \vee \overline{a_2}a_1$$

ド・モルガン則より

$$f = \overline{\overline{a_2a_0 \vee \overline{a_2}a_1}}$$

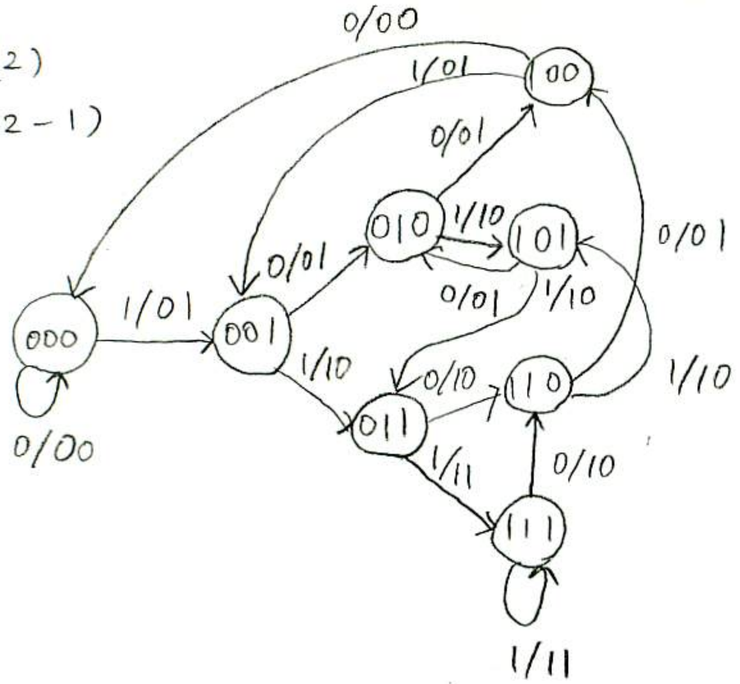
$$= \overline{(a_2a_0)\cdot(\overline{a_2}a_1)}$$

よって



(2)

(2-1)




(2-2)

| | 次状態 | | 出力 | |
|---|---|---|---|---|
| | $x=0$ | $x=1$ | $x=0$ | $x=1$ |
| $q_2 q_1 q_0$ | $q_2^+ q_1^+ q_0^+$ | $q_2^+ q_1^+ q_0^+$ | $z_1 z_0$ | $z_1 z_0$ |
| 0 0 0 | 0 0 0 | 0 0 1 | 0 0 | 0 1 |
| 0 0 1 | 0 1 0 | 0 1 1 | 0 1 | 1 0 |
| 0 1 0 | 1 0 0 | 1 0 1 | 0 1 | 1 0 |
| 0 1 1 | 1 1 0 | 1 1 1 | 1 0 | 1 1 |
| 1 0 0 | 0 0 0 | 0 0 1 | 0 0 | 0 1 |
| 1 0 1 | 0 1 0 | 0 1 1 | 0 1 | 1 0 |
| 1 1 0 | 1 0 0 | 1 0 1 | 0 1 | 1 0 |
| 1 1 1 | 1 1 0 | 1 1 1 | 1 0 | 1 1 |

(2-3)

$\boxed{d_2}$

| $q_2 q_1$ \ $q_0 x$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |

$\boxed{d_1}$

| $q_2 q_1$ \ $q_0 x$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 01 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 11 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 10 | 0 | 0 | 1 | 1 |

$\boxed{d_0}$

| $q_2q_1$ \ $q_0x$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 01 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 11 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 1 | 0 |

$\boxed{z_1}$

| $q_2q_1$ \ $q_0x$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 01 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 0 | 0 | 1 | 0 |

$\boxed{z_0}$

| $q_1q_1$ \ $q_0x$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 01 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 1 |

以上より

$$d_2 = q_1$$

$$d_1 = q_0$$

$$d_0 = \cancel{\overline{q_0}} \quad x$$

$$z_1 = q_0 x \vee q_1 x \vee q_1 q_0$$

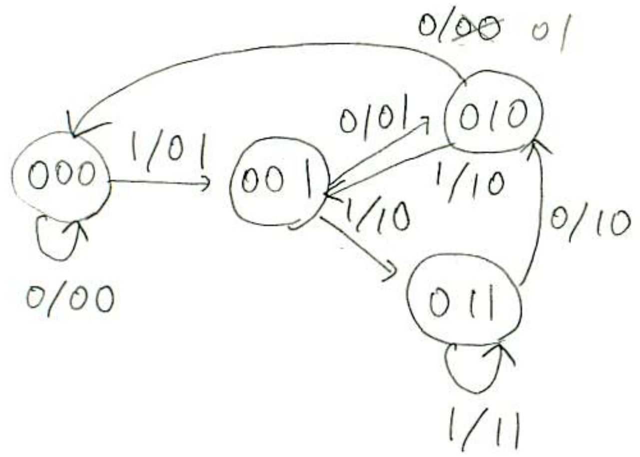
$$z_0 = q_1 \overline{q_0}\,\overline{x} \vee \overline{q_1}\,\overline{q_0} x \vee q_1 q_0 x \vee \overline{q_1} q_0 \overline{x}$$

(2-4)

(2-2)の状態遷移表で，次状態，出力の組が同じ状態を削除すると，次の状態遷移表が得られる

| | $x=0$ | $x=1$ | $x=0$ | $x=1$ |
|---|---|---|---|---|
| $Q_2\ Q_1\ Q_0$ | $Q_2^+\ Q_1^+\ Q_0^+$ | $Q_2^+\ Q_1^+\ Q_0^+$ | $Z_1\ Z_0$ | $Z_1\ Z_0$ |
| 0 0 0 | 0 0 0 | 0 0 1 | 0 0 | 0 1 |
| 0 0 1 | 0 1 0 | 0 1 1 | 0 1 | 1 0 |
| 0 1 0 | 0 0 0 | 0 0 1 | 0 1 | 1 0 |
| 0 1 1 | 0 1 0 | 0 1 1 | 1 0 | 1 1 |

これより，以下の状態遷移図を得る。



[3]

1)

(1-1)

(a). ⑦　(b). ④　(c) ⑤　(d) ①　(e) ⑥

(1-2)

(1-2-1)

$2+1+2+2+1 = 8\,ns$

(1-2-2)

各ステージを処理する時間を一定にそろえないといけないので、
全ステージ2nsの遅延時間がある。

$2 \times 5 = 10\,ns$

ハザードを考えない場合、各ステージを1つずつずらして処理すると、
同時に5命令を処理する事ができる。
よって、1秒あたり、$1s / (10ns/5) = 1s/2ns = 0.5 \times 10^9$

(1-3)

(1-3-1)

2行目のsub命令では、1行目のadd命令の結果を利用するが、その結果は
WBステージまでレジスタに書き込まれない。そのため、2行目のsub命令は
レジスタを読み出すIDステージの実行を、add命令のWBステージ終了まで
待たなければならず、ハザードが発生した。

(1-3-2)

ハザードを削減するため、命令の順序を、次のように変える。

```
add  R1, R2, R3
add  R6, R7, R8
sub  R4, R1, R5
```

この時パイプラインの処理過程は次のようになる。

| | | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| add | R1, R2, R3 | IF | ID | EX | MEM | WB | | | | | |
| add | R6, R7, R8 | | IF | ID | EX | MEM | WB | | | | |
| sub | R4, R1, R5 | | | IF | - | - | ID | EX | MEM | WB | |

処理に要する時間は18nsになる。

(2) …

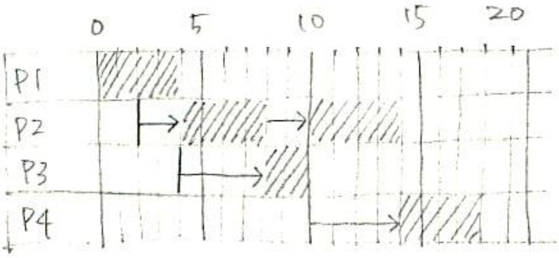
(2-1)

(a) 7　(b) 7　(c) 2　(d) 2　(e) 7　(f) 2

(g) 12　(h) 7　(i) 6　(j) 14　(k) 9　(l) 11

(2-2)

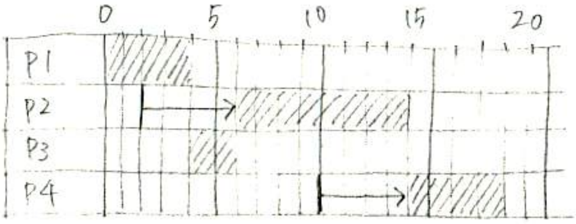
RR方式




平均ターンアラウンドタイムは

$(4+12+6+8)/4 = 30/4 = 7.5$

SPT方式



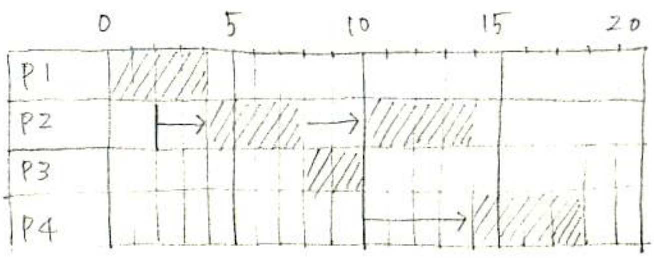

平均ターンアラウンドタイムは

$(4+12+2+8)/4 = 26/4 = 6.5$

(2-3)

| プロセス | 生成時間 | 処理時間 |
|---|---|---|
| P1 | 0 | 4 |
| P2 | 2 | 8 |
| P3 | 8 | 2 |
| P4 | 10 | 4 |

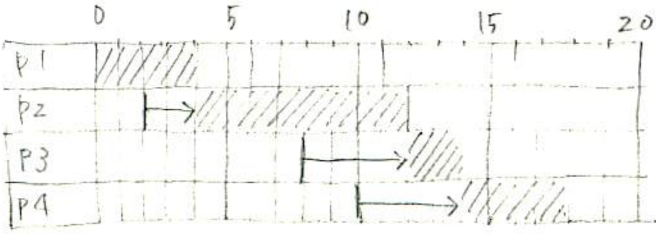
RR方式




平均ターンアラウンドタイムは

$(4+12+2+8)/4 = 26/4 = 6.5$

SPT方式




平均ターンアラウンドタイムは

$(4+10+6+8)/4 = 28/4 = 7$

$\boxed{8}$

(1) $\neg E = A \land B \land C \land \neg D$

$$= \forall x \forall y [ (P(x, f(y,x)) \lor \neg P(x,y)) \land (P(g(x), y) \lor \neg P(x,y)) \land P(a,b) \land \neg P(g(g(a)), f(b, g(a))) ]$$

各節は $P(x, f(y,x)) \lor \neg P(x,y)$ …①

$P(g(x), y) \lor \neg P(x,y)$ …②

$P(a,b)$ …③

$\neg P(g(g(a)), f(b, g(a)))$ …④

②において $x = g(a)$, $y = f(b, g(a))$ として $P(g(g(a)), f(b, g(a))) \lor \neg P(g(a), f(b, g(a)))$ …②'

②'と④より $\neg P(g(a), f(b, g(a)))$ …⑤

①において $x = g(a)$, $y = b$ として $P(g(a), f(b, g(a))) \lor \neg P(g(a), b)$ …①'

①'と⑤より $\neg P(g(a), b)$ …⑥

②において $x = a$, $y = b$ として $P(g(a), b) \lor \neg P(a,b)$ …②''

②''と③と⑥より 0.

よって $\neg E$ は充足不能である。

(2)

(2-1)

$$D = \forall x\,(\neg(R(x) \wedge P(x)) \wedge \neg(P(x) \wedge Y(x)) \wedge \neg(Y(x) \wedge R(x)))$$

(2-2)

$$A = \exists x \exists y \exists z \forall w\,[(R(w) \vee P(w) \vee Y(w)) \wedge R(x) \wedge P(y) \wedge Y(z)]$$

(2-3)

$$C = \forall x \forall y \forall z\,((\underbrace{x \neq y \wedge y \neq z \wedge z \neq x}_{(a)}) \rightarrow (\underbrace{Y(x) \vee Y(y) \vee Y(z)}_{(b)}))$$

(2-4)

$$B = \forall x \forall y \forall z\,((x \neq y \wedge y \neq z \wedge z \neq x) \rightarrow (P(x) \vee P(y) \vee P(z)))$$

(2-4-1)

$a_i$ : $R(x)$を真にする値集合
$b_i$ : $P(x)$ 〃
$c_i$ : $Y(x)$ 〃
$V$ : $a_i, b_i, c_i$の和集合

解釈$I_P$において

$V_1 = \{a_1\} \cup \{b_1\} \cup \bigcup_{i \in N}\{c_i\}$，$I_P$において、$D \wedge A \wedge C$を考える。

$a_1, b_1, \bigcup_{i \in N}\{c_i\}$は、それぞれ$R(x), P(x), Y(x)$のみを真にする値なので、Dは成立。

同様に、Aにおいて$x = a_1, y = b_1, z = c_1$とするとAも成立。

Cについて、$x \neq y \wedge y \neq z \wedge z \neq x$となる$V_1$の要素の選び方は、

$V_1$から$(a_1, b_1, c_i)$，$(a_1, c_i, c_j)$，$(b_1, c_i, c_j)$，$(c_i, c_j, c_k)$のいずれか。

このいずれについても$Y(x) \vee P(y) \vee P(z)$は成立する

以上より、$D \wedge A \wedge C$は真である

(2-4-2)

$V_2 = \{a_1\} \cup \bigcup_{i \in N}\{b_i\} \cup \{c_1\}$

(2-4-3)

$V_3 = \{a_1, b_1, c_1\}$

(2-5)

$D \rightarrow A \wedge B \wedge C$　この論理式をFとすると、

$F: \neg D \vee (A \wedge B \wedge C)$

$\neg F: D \wedge (\neg A \vee \neg B \vee \neg C)$

偽

Eを「この庭から異なる花を3本どのように選んでも赤色の花が少なくとも1本は含まれる」とする。

Fを$D \rightarrow (A \wedge B \wedge C \rightarrow E)$とすると

$F = D \wedge A \wedge B \wedge C \rightarrow E$

(2-4-3)より$D \wedge A \wedge B \wedge C$が真のとき赤、紫、黄の花が1本ずつだけ咲いているので、このときEも真

∴ Fは真。

$\boxed{9}$ (1)

(1-1) A：11で終わる語の集合なので

11, 011, 111, 0011, 0111, 1011, 1111 //

B：00を含む語の集合なので

00, 000, 100, 001, 0011, 1001, 1100, 0000, 1000,
0100, 0010, 0001 //

(1-2) $U(M)$：Mが受理しない語の集合を受理するオートマトン

$T(M_1, M_2)$：$M_1$と$M_2$のオートマトンにともに受理される語の集合を受理するオートマトン.

よって答えは

$C_1$：6

$C_2$：7

$C_3$：10

$C_4$：4

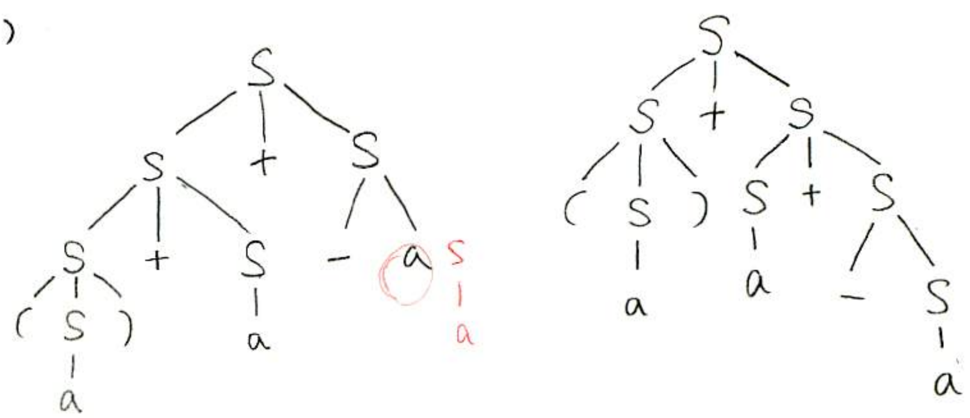
$C_5$：3

(2) (2-1) $G_1$によって生成される文：2, 3, 5, 6

G2によって生成される文：1, ~~2~~, 4, ~~6~~

(2-2)

(2-2-1)




(2-2-2) 1、S　2、A　3 S　4 a

# 10 情報理論

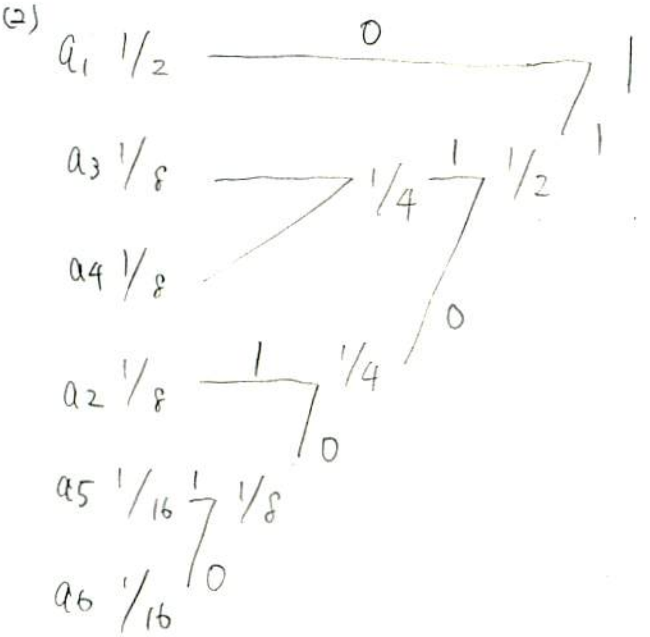
(1) (ア) $-\frac{1}{2}\log_2\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\log_2\frac{1}{2} = -\log_2\frac{1}{2} = -(\log_2 1-\log_2 2) = 1$

(イ) $-\frac{1}{2}\log_2\frac{1}{2}-\left(\frac{1}{8}\log_2\frac{1}{8}\right)\times 3-\left(\frac{1}{16}\log_2\frac{1}{16}\right)\times 2$

$=\frac{1}{2}+\frac{3}{8}\log_2 8+\frac{1}{8}\log_2 16$

$=\frac{1}{2}+\frac{9}{8}+\frac{4}{8}=\frac{17}{8}$

(2)




左のハフマンの符号化の方法で，$a_3$と$a_4$は0，1どちらを割り当ててもよい

よって

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| (ウ1) | 0 | | (ウ1) | 0 |
| (ウ2) | 110 | | (ウ2) | 111 |
| (ウ3) | 111 | または | (ウ3) | 110 |
| (ウ4) | 1001 | | (ウ4) | 1001 |

(3)

(3−1)

(2)のハフマン符号化より，符号語の先頭の記号は0，1が$\frac{1}{2}$で発生する

よって $U_i=0$ となる確率は 1/2

(3−2)

符号語の先頭の記号は，以前の符号語に関係なく0，1が$\frac{1}{2}$で発生するので $U_i$ は $U_1\cdots U_{i-1}$ と独立

(3−3)

符号語の3文字目が0なのは 110，1000，1001．これらの生起確率は $\frac{1}{8}$，$\frac{1}{16}$，$\frac{1}{16}$．符号語の3文字目が1なのは 111，101．これらの生起確率は $\frac{1}{8}$，$\frac{1}{8}$

これより 0の生起確率は $\frac{1}{8}+\frac{1}{16}+\frac{1}{16}=\frac{1}{4}$

1の生起確率は $\frac{1}{8}+\frac{1}{8}=\frac{1}{4}$.

さて $U_1 \cdots U_{i-1}$ でどのような符号語が発生しても, $U_i$ が符号語の3文字目であるとき, $U_i$ は 0, 1 を一定確率でとるので $U_1 \cdots U_{i-1}$ と $U_i$ は独立である

(4) 平均符号長

((3) は自信無し)