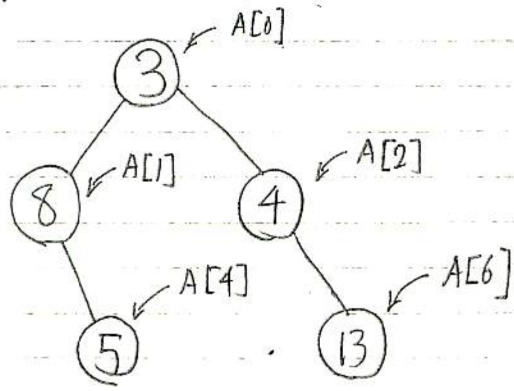
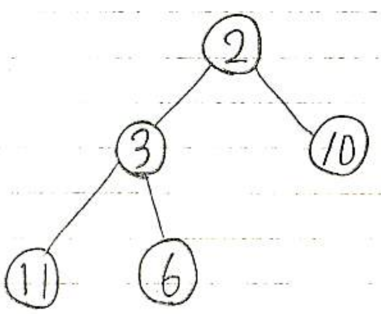
解答制作者：角野・小林・ROCK・中崎

1 必修問題：アルゴリズムとプログラミング

(1)

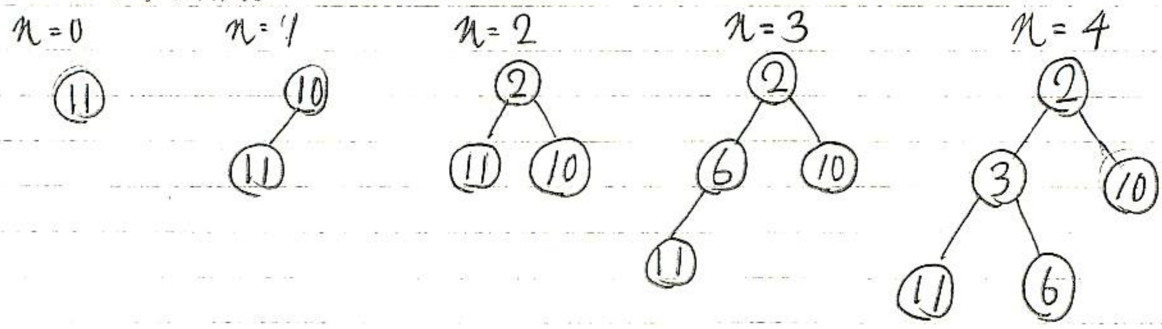


(2)



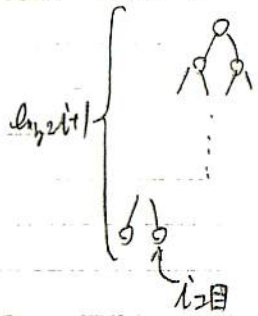
※関数insertで新しい値を挿入
※関数exchangeで自身と親節点の値を比較。自身の値が大きければ親節点と値を交換。これを再起的にくり返す。

～具体的な順序～



(3) 計算量が最悪になるのは、降順に並んだ値を挿入していく場合。
この場合、値を関数insertで挿入するたびに、rootまでの
入れ換えが起こる。
iコ目の要素を挿入する場合を考える。このときの木の高さは $\log_2 i + 1$。
入れ換える回数は 木の高さ -1，つまり $\log_2 i$
よって nコの要素を挿入した場合の計算量は

$$
\begin{aligned}
&\log_2 1 + \log_2 2 + \log_2 3 + \cdots + \log_2 i + \cdots + \log_2 n \\
\leq\ &\log_2 n + \log_2 n + \log_2 n + \cdots\cdots + \log_2 n \\
=\ &\log_2 n^n = n \log_2 n
\end{aligned}
$$



よって $O(n \log_2 n)$ //

(4) 関数 inorder は中順出力の関数なので、(ア)で左の部分木を探索し、
27行目でA[n]を出力した後に、(イ)で右の部分木を探索すればよい。

(ア) inorder (2*n+1, A)

(イ) inorder (2*n+2, A)

(5) 11␣3␣6␣2␣10

↑
スペース

2 必須問題：論理回路

(1) (1-1)

(Aの符号, Bの符号, 演算種別, Rの符号)

= (正, 正, 加算, 負), (負, 負, 加算, 正),

(正, 負, 減算, 負), (負, 正, 減算, 正)

(1-2)

2の補数形式であるから、最上位ビット($a_{n-1}, b_{n-1}, r_{n-1}$)が

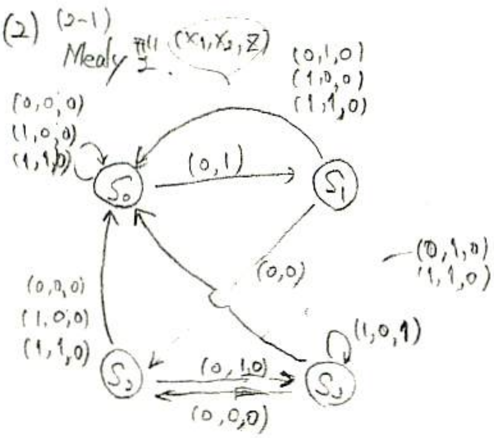
0のとき正, 1のとき負である(A, B, Rが)

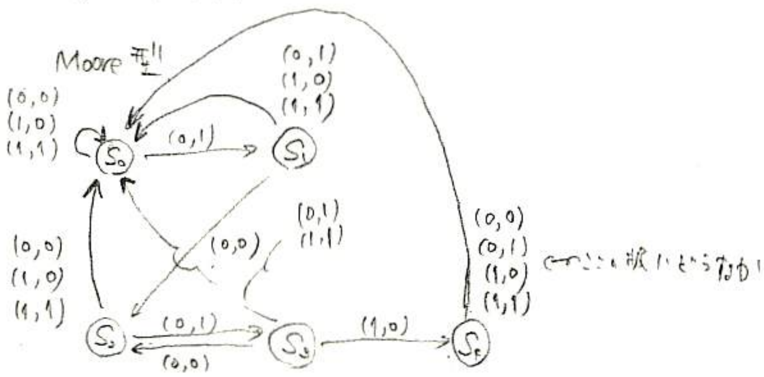
(1-1)より

$$OV = \overline{a_{n-1}} \cdot \overline{b_{n-1}} \cdot Sel \cdot r_{n-1} + a_{n-1} \cdot b_{n-1} \cdot Sel \cdot \overline{r_{n-1}}$$

$$+ \overline{a_{n-1}} \cdot b_{n-1} \cdot \overline{Sel} \cdot r_{n-1} + a_{n-1} \cdot \overline{b_{n-1}} \cdot \overline{Sel} \cdot \overline{r_{n-1}}$$

(2) (2-1)





(2-2)

(x_1, x_2)

	(0,0)	(0,1)	(1,1)	(1,0)
S_0	S_0	S_1	S_0	S_0
S_1	S_2	S_0	S_0	S_0
S_2	S_0	S_3	S_0	S_0
S_3	S_2	S_0	S_0	S_3

//

(2-3)

(Θ_0^+ : Θ_0の次状態)

	Θ_0	Θ_1	Θ_0^+, Θ_1^+ (x_1, x_2) (0,0)	(0,1)	(1,1)	(1,0)
S_0	0	0	0,0	0,1	0,0	0,0
S_1	0	1	1,1	0,0	0,0	0,0
S_2	1	1	0,0	1,0	0,0	0,0
S_3	1	0	1,1	0,0	0,0	1,0

Θ_0^+	(x_1, x_2) (0,0)	(0,1)	(1,1)	(1,0)
S_0	0	0	0	0
S_1	1	0	0	0
S_2	0	1	0	0
S_3	1	0	0	1

Θ_1^+	(x_1, x_2) (0,0)	(0,1)	(1,1)	(1,0)
S_0	0	1	0	0
S_1	1	0	0	0
S_2	0	0	0	0
S_3	1	0	0	0

(Dフリップフロップの入力) = (Dフリップフロップの出力の次状態)であるから、

$$D_0 = \Theta_0^+ = \overline{\Theta_0}\cdot\Theta_1\cdot\overline{X_1}\cdot\overline{X_2} + \Theta_0\cdot\Theta_1\cdot\overline{X_1}\cdot X_2 + \Theta_0\cdot\overline{\Theta_1}\cdot\overline{X_2}$$

$$D_1 = \Theta_1^+ = \overline{\Theta_0}\cdot\overline{\Theta_1}\cdot\overline{X_1}\cdot X_2 + \overline{\Theta_0}\cdot\Theta_1\cdot\overline{X_1}\cdot\overline{X_2} + \Theta_0\cdot\overline{\Theta_1}\cdot\overline{X_1}\cdot\overline{X_2} \quad //$$

(2-4)

Z	(x_1, x_2) (0,0)	(0,1)	(1,1)	(1,0)
S_0	0	0	0	0
S_1	0	0	0	0
S_2	0	0	0	0
S_3	0	0	0	1

$$Z = \Theta_0\cdot\overline{\Theta_1}\cdot X_1\cdot\overline{X_2} \quad //$$

平成18年度　3番の解答

$\boxed{3}$

(1)

(1-1)

(a) 1.PC　(b) 8.IR　(c) 1.PC　(d) 5.MAR　(e) 8.IR
(f) 3. アドレス部　(g) 11. アドレス指定モード (アドレス指定形式)
(h) 13. レジスタ指定　(i) 4. レジスタ間接指定　(j) 5.MAR

(a) から (e) までは教科書「計算機アーキテクチャ」の p.83 以降，(f) から (j) までは p.46 以降を参照.

(1-2)

(i)

	R_{out}	R_{in}	ALU	R/W	ClearX	Y_{in}	c	WMS
ステップ 1	$R1_{out}$	X_{in}	NONE	NONE	NONE	NONE	c=0	NONE
ステップ 2	$R2_{out}$	NONE	Add	NONE	NONE	Y_{in}	c=0	NONE
ステップ 3	Y_{out}	$R2_{in}$	NONE	NONE	NONE	NONE	c=0	NONE

各ステップの説明

1. レジスタ R1 の内容をレジスタ X に入れる
2. レジスタ R2 とレジスタ X の加算を行い，レジスタ Y に入れる
3. 計算結果をレジスタ R2 に入れる

(1-2)

(ii)

	R_{out}	R_{in}	ALU	R/W	ClearX	Y_{in}	c	WMS
ステップ 1	$R1_{out}$	MAR_{in}	NONE	Read	NONE	NONE	c=0	NONE
ステップ 2	NONE	NONE	NONE	NONE	NONE	NONE	c=0	WMS
ステップ 3	MDR_{out}	X_{in}	NONE	NONE	NONE	NONE	c=0	NONE
ステップ 4	$R2_{out}$	NONE	Add	NONE	NONE	Y_{in}	c=0	NONE
ステップ 5	Y_{out}	$R2_{in}$	NONE	NONE	NONE	NONE	c=0	NONE

各ステップの説明

1. レジスタ R1 の内容をレジスタ MAR に入れ，主記憶からの読み出しを行う
2. 主記憶からの読み出し動作が完了するまで待つ
3. レジスタ MDR の内容をレジスタ X に入れる
4. レジスタ R2 とレジスタ X の加算を行い，レジスタ Y に入れる
5. 計算結果をレジスタ R2 に入れる

(2)

(2-1)

(a) 4. アドレス空間　(b) 2. 仮想アドレス　(c) 1. 実アドレス
(d) 3. ブロック　(e) 5. ページ　(f) 7. ページング　(g) 6. セグメント
(h) 8. セグメンテーション　(i) 9. ページイン　(j) 10. ページアウト

(a) から (h) までは教科書「オペレーティングシステム」の p.55 以降，(i)，(j) は p.57 を参照.

(2-2)

(FIFO)

ページフォルト	p	p	p	p	p		p		p		p	
参照ストリング	0	1	2	3	0	2	4	3	1	0	3	4
ページ枠の内容	0	0	0	1	2	2	3	3	0	0	4	4
		1	1	2	3	3	0	0	4	4	1	1
			2	3	0	0	4	4	1	1	3	3

よってページフォルト数は 8 回.

(LRU)

ページフォルト	p	p	p	p	p		p	p	p	p		p
参照ストリング	0	1	2	3	0	2	4	3	1	0	3	4
ページ枠の内容	0	1	2	3	0	2	4	3	1	0	3	4
		0	1	2	3	0	2	4	3	1	0	3
			0	1	2	3	0	2	4	3	1	0

よってページフォルト数は 10 回.

8 選択問題：情報論理学

(1) (1-1)

インスタンスxのクラスがインスタンスyのクラスの先祖クラスであり,かつ,
インスタンスyのクラスがインスタンスzのクラスの直接の親クラスであるならば,
インスタンスxのクラスがインスタンスyのクラスの先祖クラスである。

(1-2)

$$C = \forall x \forall y \,(S(x,y) \to S(y,x))$$

(1-3)

$$D = \forall x \forall y \forall z \,(S(x,y) \land S(y,x) \to S(x,z))$$

(1-4)

$$E = \forall x \forall y \forall z \,(S(x,y) \land P(z,y) \to P(z,x))$$

(1-5)

$$F = \forall x \forall y \forall z \,(P(x,y) \land P(y,z) \to A(x,z))$$

(1-6)

$$G = \exists x \, A(x,b)$$

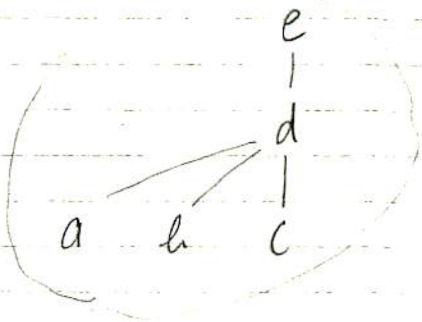
(2) (2-1)

$$
\begin{aligned}
\neg H &= \neg\left(\left(C \land D \land E \land F \land S(b,a) \land S(c,a) \land P(d,c) \land P(e,d)\right) \to G\right) \\
&= C \land D \land E \land F \land S(b,a) \land S(c,a) \land P(d,c) \land P(e,d) \land \neg G \\
&= \forall x \forall y \forall z \, ((\neg S(x,y) \lor S(y,x)) \\
&\qquad \land (\neg S(x,y) \lor \neg S(y,x) \lor S(x,z)) \\
&\qquad \land (\neg S(x,y) \lor \neg P(z,y) \lor P(z,x)) \\
&\qquad \land (\neg P(x,y) \lor \neg P(y,z) \lor A(x,z)) \\
&\qquad \land S(b,a) \\
&\qquad \land S(c,a) \\
&\qquad \land P(d,c) \\
&\qquad \land P(e,d) \\
&\qquad \land \neg A(x,b))
\end{aligned}
$$

(2-2)

※∃がないのでスコーレム関数を代入する必要はない?

各節に対し以下のように番号をふる



$\neg S(x,y) \vee S(y,x)$ —1

$\neg S(x,y) \vee \neg S(y,z) \vee S(x,z)$ —2

$\neg S(x,y) \vee \neg P(z,y) \vee P(z,x)$ —3

$\neg P(x,y) \vee \neg P(y,z) \vee A(x,z)$ —4

$S(b,a)$ —5

$S(c,a)$ —6

$P(d,c)$ —7

$P(e,d)$ —8

$\neg A(x,b)$ —9

1に $x=c, y=a$ を代入して $\neg S(c,a) \vee S(a,c)$ —1'

1'と6の導出節は $S(a,c)$ —10

2に $x=b, y=a, z=c$ を代入して $\neg S(b,a) \vee \neg S(a,c) \vee S(b,c)$ —2'

2'と5の導出節は $\neg S(a,c) \vee S(b,c)$ —11

10と11の導出節は $S(b,c)$ —12

3に $x=b, y=c, z=d$ を代入して $\neg S(b,c) \vee \neg P(d,c) \vee P(d,b)$ —3'

3'と7の導出節は $\neg S(b,c) \vee P(d,b)$ —13

12と13の導出節は $P(d,b)$ —14

4に $x=e, y=d, z=b$ を代入して $\neg P(e,d) \vee \neg P(d,b) \vee A(e,b)$ —4'

4'と8の導出節は $\neg P(d,b) \vee A(e,b)$ —15

14と15の導出節は $A(e,b)$ —16

9に $x=e$ を代入して $\neg A(e,b)$ —9'

9'と16の導出節は 空節

以上の導出原理より、$\neg H$ の充足不能性が示せた。

(2-3)

上記の空節導出において、9に $x=e$ を代入している。

したがって b の先祖クラスは e //

平成18年度　9番の解答

$\boxed{9}$

(1)

(1-1)

(i) 2　(ii) 6　(iii) 1　(iv) 7

簡単な解説

(i)　状態遷移図より，a を 0 回以上繰り返した後に，ab で終わる語を受理することが分かる．よって 2．

(ii)　状態遷移図より，正規表現の末尾は $(a+b)^*$ となることが分かる．4，6 が候補となるが，このオートマトンが受理する語 ba を 4 は受理しない．よって 6．

(iii)　状態遷移図より，正規表現の最初は $(a+b)$，末尾は $(ba^*b)^*$ となることが分かる．よって 1．

(iv)　初期状態が受理状態であることより，考えられる候補は 3 と 7．このオートマトンが受理する語 aabaa を 3 は受理しない．よって 7．

(1-2)

(1-2-1)

aba，aaba，baba

(1-2-2)

M と等価な決定性有限オートマトンで，状態数が 3 のものが存在するとすると，このオートマトンは長さ 2 の語も受理することになる．一方，M は長さ 3 以上の語しか受理しないので矛盾．よって M と等価な決定性有限オートマトンで，状態数が 3 のものは存在しない．

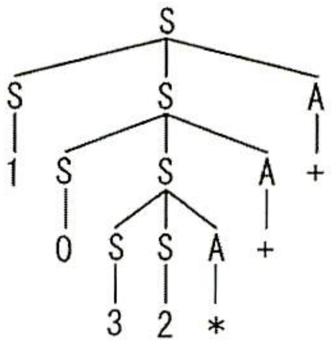
(2)

(2-1)

dd + d +，dd + d ∗，dd ∗ d +，dd ∗ d ∗，
ddd + +，ddd + ∗，ddd ∗ +，ddd ∗ ∗の 8 個

(2-2)

導出木は次の通り．



(2-3)

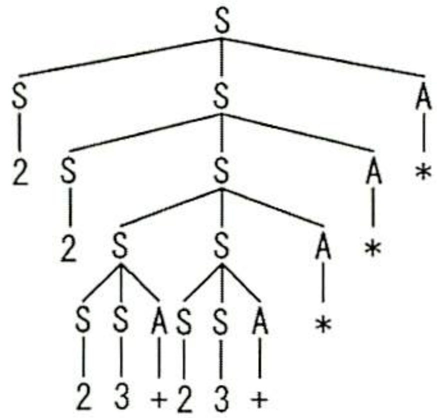
(2-3-1)

calc(t) が返す値は，1 + 0 + 3 ∗ 2=7 である．

(2-3)

(2-3-2)

calc(t)=2 $*$ 2 $*$ (2 + 3) $*$ (2 + 3)=100 となる場合を考える．導出木は次の通り．



よって，生成する文は 2223 + 23 + $*$ $*$ $*$ となり，これは長さが 15 以下である．

平成18年度 博士前期課程 入試問題

情報理論 の解答

(1)

C には、重みが偶数、奇数の符号語が共に存在するので、その生成行列 G の行ベクトルにも、重みが奇数のものと偶数のものが存在する。

重みが奇数の行ベクトル $\bar{v}$ をひとつもってきてそれを $\bar{g}_1$ とし、行基本操作により $(k-1)$ 個の重みが偶数の行ベクトルを作り、それぞれを $\bar{g}_2, \bar{g}_3, \cdots \bar{g}_k$ とすれば、まさに条件 (a), (b) を満たす生成行列が得られる。

2元のベクトルについて

$\bar{u}$：重み m、$\bar{v}$：重み l として、共に1の成分の個数を s とすると、$\bar{u}+\bar{v}$ の重みは

$$m+l-2s$$

(2)

(2-1) 重みが奇数の $\bar{g}_1$ が含まれると、それによって生成される符号語の重みが奇数になり得るので、$\bar{g}_1$ を除いたものが Ce の生成行列となる。

$$Ce\text{の生成行列} \begin{pmatrix} \bar{g}_2 \\ \bar{g}_3 \\ \vdots \\ \bar{g}_k \end{pmatrix}$$

(2-2) 符号長 n、情報記号数 $k-1$ より

$$\text{符号化率} = \frac{k-1}{n}$$

(3)

(3-1) 拡大符号は、その定義より情報記号数は k のままで、符号長は $(n+1)$ なので $\dfrac{k}{n+1}$

(3-2) 最小重み d を持つ符号語 $\bar{u} \in C$ について、拡大符号語 $ex(\bar{u})$ の第 $(n+1)$ 成分は、d が奇数なので、1である。よってその重みは $(d+1)$。

一方で重み $(d+1)$ を持つ符号語 $\bar{v} \in C$ があるとして、拡大符号語 $ex(\bar{v})$ の第 $(n+1)$ 成分は、$(d+1)$ が偶数なので、0である。よってその重みは $(d+1)$。

以上より、Cex の最小重みは $(d+1)$。

(4)

(4-1)

$$(Cex\text{の符号化率}) - (Ce\text{の符号化率})$$

$$= \frac{k}{n+1} - \frac{k-1}{n} = \frac{1}{n(n+1)}(n-k+1) > 0$$

$$(n \geq k \text{ としている})$$

よって、符号化率という観点からは Cex が優れている。

(4-2) 拡大符号語で重みが $2t$ のものについて考えると、それは、拡大前符号語 $(\in C)$ では、重み $2t$（偶数）のものの場合と、重みが $(2t-1)$（奇数）のものの場合の2通りあるので、Cex の重みが $2t$ の符号語の数は

$$A_{2t} + A_{2t-1}$$

一方で Ce の重みが $2t$ の符号語は、C のそれと変わらないので、Ce の重みが $2t$ の符号語数は

$$A_{2t}$$

そして Cex と Ce の最小重みを $2w$ とすると、

Cex の最小重みの符号語数 ： $A_{2w} + A_{2w-1}$
Ce の 〃 ： A_{2w}

よって、問題文より訂正能力という観点からでは Ce の方が優れている。

[1] 選択問題：ネットワーク

(1)

(1-1)

a (D) トランスポート層　b (A) アプリケーション層　c (F) データリンク層　d (E) ネットワーク層　e (G) 物理層

(1-2)

利点 ・階層が細かいのでモジュール単位での開発や概念の理解が容易

・

欠点 ・細かい階層化プロトコルの実装は性能面で不利。

・

(2) a (ア)　b (イ)　c (イ)　d (ア)　e (ア)　f (イ)　g (ア)　h (ア)

※ネットワークの教科書が変わったらしく、解答作成者が利用した教科書には索引見ても載っておらず、
ネットなどで調べたものである。よって自分の教科書で確認するのをおすすめする！

(3)

(3-1) a. 搬送波とは、情報をのせる前、すなわち変調前の信号のことで、波形や振幅が一定である波（正弦波のこと
あるノードは搬送波を検知することで別のノードから情報が送られてくるであろうことを検知し、情報を出さないようにすると思われる。
利点は衝突が起こる確率を低くすることだと思う

b. 二つのノードが同時に搬送波が無いと判断して、送信を開始してしまい相互干渉するときがある。
衝突検出とはこの干渉を検出し、送信を中断させること。衝突を検出した各ノードは再び送信を試みるまでランダムな時間待つ必要がある。利点は受信側が誤った情報を受けとることを防ぐことができる(?)

(3-2)

(3-2-1)

A-B間に伝播するのに要する時間は $\frac{L}{2.0\times10^5}$ (sec)　　本当は $M=(2^{10})^2$ とするべきか。

よって求めるビット数は $\frac{CL}{2.0\times10^5}$ (Mビット) $= 5CL$ (ビット)

(3-2-2)

Frame ≥ (Bが受けとる瞬間に衝突が起こり、Aがその情報を受けとるまで)

往復分　　同じ時間かかる

$= 5CL \times 2$

$= 10\ CL$

(3-2-3)

上の条件で考えると　最小フレーム長を固定とは $10CL$ が一定。
回線速度 C を上げると、$10CL$ を一定にたもつためにはその分 L が小さくなる

よって最小フレーム長を固定したままイーサネットの回線速度を大きくすると、長距離間の通信では品質のよい通信ができなくなる