

初版：2012年8月24日

改訂：2018年7月14日

監修：津田伸生

金沢工業大学

情報工学科

2018 年度版

コンピュータシステム基礎教科書

（前編問題集）

この資料は教科書前編における演習問題のみを抜き出したものである

毎週，受講前に必要な部分を印刷して持参すること

第 1 章 コンピュータの基本構成

問題 1.1 アナログ情報とデジタル情報の違いを説明せよ.

アナログ情報とは：

デジタル情報とは：

問題 1.2 アナログ情報処理とデジタル情報処理の特徴を利点と欠点に分けて列挙せよ.

アナログ情報処理の利点：

アナログ情報処理の欠点：

デジタル情報処理の利点：

デジタル情報処理の欠点：

問題 1.3 なぜデジタル情報処理が主流になったのか理由を 3 項目挙げよ.

(1)

(2)

(3)

問題 1.4 現代のコンピュータ（von Neumann 型）の特徴を 4 項目挙げよ.

(1)

(2)

(3)

(4)

問題 1.5 コンピュータの基本的な構成要素とその接続関係をブロック図で示せ.

問題 1.6 ALU の基本機能を 3 項目挙げよ.

(1)

(2)

(3)

問題 1.7 シーケンサの基本機能を 3 項目挙げよ.

(1)

(2)

(3)

問題 1.8 次のコンピュータの構成要素の概略機能を述べよ.

- (1) メインメモリ :
- (2) アドレスレジスタ (命令アドレスレジスタ) :
- (3) 命令レジスタ :
- (4) データレジスタ (汎用レジスタ) :
- (5) バス :

問題 1.9 どのようなプロセッサがあつて、どのような用途で使われているか調べよ.
(別紙に記載すること)

第 2 章 コンピュータとコード化

例) アルファベット大文字 A, B~Z に 5 ビットのビット列 “00000”, “00001”~
“11001”のコードを付与する.

このとき文字列 “AND” のコードは “00000 01110 00100” となる (わかりやすさのために 5 ビットずつ区切ったが、実際のコードは区切りのない 15 ビットになる)

問題2.1 上例のコード化を使用したとき

- (1) 文字列 “XYZ” のコードはどうなるか.

“_____”

- (2) “010100100010011” はどのような文字列を表すコードか.

“01010 01000 10011” = ____番・____番・____番 = _____ (注 : Aを0番として)

問題2.2 以下をコード化するのに最低何ビット必要か.

- (1) 数字 0 ~ 9 (そのコード化例も書きなさい)

____ビット

0 = _____ , 1 = _____ , 2 = _____ , 3 = _____ , 4 = _____ ,
5 = _____ , 6 = _____ , 7 = _____ , 8 = _____ , 9 = _____

注) 以下の2—の下線上にはべき乗の値を書く

(2) アルファベット大文字・小文字と数字をあわせたもの

___ + ___ + ___ = ___ 通り

この値は $2\text{—} = \text{—}$ より大で $2\text{—} = \text{—}$ より小

よって ___ ビット

(3) 教育漢字 1,006文字

この値は $2\text{—} = \text{—}$ より大で $2\text{—} = \text{—}$ より小

よって ___ ビット

(4) 常用漢字 2,136文字

この値は $2\text{—} = \text{—}$ より大で $2\text{—} = \text{—}$ より小

よって ___ ビット

問題2.3 4 ビットでは 0 からいくつまでの10進整数を2進コード化できるか. またそのコードを書きなさい.

0 ~ ___ (問題2.2(1)にならってコード化の例を書くこと)

問題2.4 次の問いに答えよ.

(1) 次のビット列を16進記法で書きなさい

$(1010110101011001)_2 = (\text{—})_{16}$

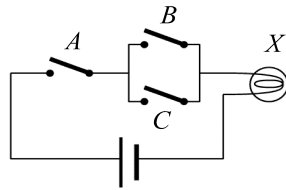
(2) 次の16進記法を2進記法で書きなさい

$(4E08)_{16} = (\text{—})_2$

$(FFA5)_{16} = (\text{—})_2$

第3章 ビットの実現と論理回路

例題3.1 次の回路（直並列スイッチ回路）の真理値表を書け



真理値表

A	B	C	$B + C$	X
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

論理式： _____

例題3.2 $X = A \cdot B + \overline{C}$ の真理値表を書け

解)

A	B	C	$A \cdot B$	\overline{C}	X
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

例題3.3 2入力のNANDゲート，NORゲート，XOR ゲート，XNOR ゲートの真理値表をつくれ.

A	B	$\overline{A \cdot B}$	$\overline{A + B}$	$A \oplus B$	$\overline{A \oplus B}$
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

例題3.4 次の論理式に相当する論理回路を論理ゲートシンボルを用いて描け.

$$X = A \cdot \overline{B} + C \cdot \overline{(A + B)}$$

問題3.1 次のド・モルガン則と呼ばれる次の2つの論理式が成立することを, 下記の真理値表を作成して確かめよ.

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}, \quad \overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

A	B	$A \cdot B$	$A + B$	\overline{A}	\overline{B}	$\overline{A \cdot B}$	$\overline{A} + \overline{B}$	$\overline{A + B}$	$\overline{A} \cdot \overline{B}$
0	0								
0	1								
1	0								
1	1								

問題3.2 2入力変数の論理関数で名称が決まっているものは全部でいくつあるか. また, それらすべての論理式と論理ゲートシンボルを示しなさい. _____種類

問題3.3 全加算器 (Full Adder) の真理値表, 論理式, 論理回路 (積項の和形式) を示せ. また, 真理値表の従属変数の論理値を何故そのように設定するのかを説明せよ.

真理値表

c_d	a	b	c_u	s
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

論理式

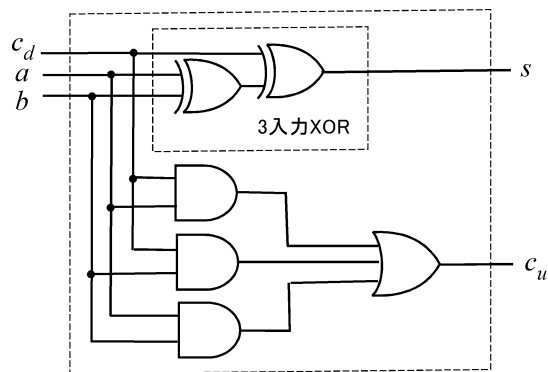
$s =$ _____

$c_u =$ _____

論理回路

問題 3.4 8 ビット加算回路 (Byte Adder) の構成方法を図示せよ.

簡略化した全加算器 (Full Adder)



例題 3.5 なぜこのような簡略化が可能なのか真理値表を見て考えてみよ。(真理値表は本文参照)

ヒント : 3 入力 XOR ゲートは入力の 3 つの独立変数 c_d , a , b のうち奇数個 (1 個または 3 個) のビット値が '1' のとき出力の従属変数 s のビット値が '1' となる. 従属変数 c_u はどのようなとき '1' になるのか?

注) 簡略化した回路は 1 種類とは限らない.

答え

c_u を出力する回路の論理式は以下となる.

$$c_u = \underline{\quad} \cdot \underline{\quad} + \underline{\quad} \cdot \underline{\quad} + \underline{\quad} \cdot \underline{\quad}$$

右辺第 1 項は, $\underline{\quad}$ と $\underline{\quad}$ がともに ' $\underline{\quad}$ ' のとき ' $\underline{\quad}$ ' となる.

右辺第 2 項は, $\underline{\quad}$ と $\underline{\quad}$ がともに ' $\underline{\quad}$ ' のとき ' $\underline{\quad}$ ' となる.

右辺第 3 項は, $\underline{\quad}$ と $\underline{\quad}$ がともに ' $\underline{\quad}$ ' のとき ' $\underline{\quad}$ ' となる.

よって, c_u は c_d , a , b に ' $\underline{\quad}$ ' が 2 個または 3 個あるときに ' $\underline{\quad}$ ' となる.

これは Full Adder の真理値表の c_u のビット値に一致している.

問題3.5 全加算器 (Full Adder) から独立変数 c_d を除去した論理回路を半加算器 (Half Adder) という。この回路は8ビット加算回路 (Byte Adder) の最下位ビットのFull Adderの代わりに使用できる。半加算器 (Half Adder) の真理値表, 論理式, 論理回路を示せ。

a	b	c_u	s
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

論理式 $s =$ _____

$c_u =$ _____

半加器算 (Half Adder) 回路図

問題3.6 1ビット分の2の補数変換回路 (Bit CMPL) の真理値表, 論理式, 論理回路を示せ。また, 真理値表の従属変数の論理値を何故そのように設定するのかを説明せよ。

c_d	b	c_u	h
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

論理式

$h =$ _____

$c_u =$ _____

論理回路

問題3.7 8ビット2の補数変換回路 (Byte CMPL) の構成方法を図示せよ.

応用問題3.1 8ビットの2の補数は元の数値の全ビットを‘0’／‘1’反転し（これを1の補という）, $(0000\ 0001)_2$ を加算して作ることもできる. 3.4.3の8ビット加算回 (Byte Adder) に論理ゲートを適宜追加し, 変数名を変更するなどして, この方法による8ビット2の補数変換回路のブロック図を作成せよ.

(注：この方法による2の補数変換回路は，回路規模が大きい加算回路が必要なため，一般には使用しない.)

応用問題3.2 4ビット乗算回路のブロック図を示せ．但し，4ビット加算回路は1ブロックとして書く．すべて正数として処理する．

ヒント：積は8ビットで求まる．2進乗算の筆算（補足編0.4節参照）と同様の方式で行える．

$$(z_7 z_6 z_5 z_4 z_3 z_2 z_1 z_0)_2 = (x_3 x_2 x_1 x_0)_2 \times (y_3 y_2 y_1 y_0)_2$$

第4章 コンピュータにおける計算処理のしくみ

問題 4.1 以下の問に答えよ.

- (1) 1バイトで何種類の記号がコード化できるか.

_____種類

- (2) 1バイトデータは16進数何桁で表現できるか.

_____桁

- (3) 16進数が16桁ある. これは何バイト分にあたるか.

_____バイト

問題 4.2 以下の問に答えよ.

- (1) バイトマシンで, メインメモリ容量が256MB であれば1つのバイトを指定(番地指定)するのに何ビット必要か.

_____ビット

- (2) 256MBの最後のバイトの番地は10進数でいくつか(2[?]を使用してよい).

- (3) 256MBのメインメモリの番地を16進数で表現すると何桁になるか.

_____桁

- (4) 16ビットでは何バイトのメモリの番地指定ができるか.

2__ = 2__ × 2¹⁰ = _____バイト

記憶ダンプ表 (バイトマシンの例)

ADDR	STORAGE CONTENTS
001FD0	00123400 01234000 01256400 01278400
001FE0	00100000 01245000 0125C400 0127C400
001FF0	00100000 01246000 01260400 01270400
002000	00B02000 00B01FE2 00B01FC1 00B01F83

例題 4.1 上の記憶ダンプ表について答えよ.

- (1) 1行に何バイトの記憶が表示されているか. _____バイト

- (2) 001FDA 番地のバイトの内容は何か. _____

- (3) 内容が12(16進)のバイトの番地は何か. _____

問題 4.3 上の記憶ダンプ表について答えよ.

- (1) 全部で何バイトの記憶が表示されているか. _____バイト

(2) 001FE6 番地のバイトの内容は何か. _____

(3) 内容が23 (16進) のバイトの番地は何か. _____

問題 4.4 CPUの命令サイクルで行う 6 つの処理を実行可能な順で挙げよ.

(1) _____ (2) _____

(3) _____ (4) _____

(5) _____ (6) _____

問題 4.5 命令のオペコードで指定するものをすべて挙げよ.

(1) _____ (2) _____

(3) _____ (4) _____

(5) _____ (6) _____

問題 4.6 以下の問に答えよ.

(1) 命令のオペコードのビット数が8であれば何種類の命令を定義できるか.

_____ 種類

(2) 命令のオペランドで 8 種類のレジスタのうち 1 つを指定するためには何ビット必要か. _____ ビット

(3) バイトマシンで、プログラム相対番地指定の命令のオペランドが12ビットであれば、何バイトのプログラム域が指定できるか. _____ バイト

(4) 800 番地にある命令で1000 番地のデータを操作したいとき、この命令の番地指定方式が次のようである場合オペランドで指定すべき値を書け。ただし、この命令の属するプログラムは600 番地から入っているとし、数値は10進とする。

1) 直接番地 _____

2) 命令相対番地 _____

3) プログラム相対番地 _____

(5) 主記憶が以下のような内容であったとする。

番地 : 200 400 600 700 800 900

内容 : 400 500 300 900 700 800

このとき、700 番地にある加算命令のオペランドが200 であるとし、この命令の

番地指定方式が次のようであるとき，実際に加算される値を求めよ．なお，プログラムは600番地から始まるとする．また，命令でレジスタが指定される時は，そのレジスタには500 が格納されているとする．数値はすべて10進とする．

- 1) 直接番地 _____
- 2) 命令相対番地 _____
- 3) プログラム相対番地 _____
- 4) レジスタ相対番地 _____
- 5) メモリ間接番地 _____
- 6) 即値 _____

第5章 ALUで行う演算の16進表記

問題 5.1 次の演算を手計算で行い結果を16進表記で示せ.

- | | |
|---|--------------------------------|
| (1) 加算 : $(1B3D)_{16} + (2CEA)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (2) 加算 : $(F5D2)_{16} + (EF1C)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (3) 減算 : $(671A)_{16} - (3B4F)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (4) 減算 : $(15C4)_{16} - (5EE7)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (5) 16の補数変換 : $(13EF)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (6) 16の補数変換 : $(8BF1)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (7) AND演算 : $(1B3D)_{16}$ [AND] $(2CEA)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (8) OR演算 : $(671A)_{16}$ [OR] $(3B4F)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (9) XOR演算 : $(671A)_{16}$ [XOR] $(3B4F)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (10) NOT演算 : [NOT] $(5EE7)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (11) 1ビット上位シフト (CC設定は省略) : $(EF1C)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (12) 1ビット下位シフト (CC設定は省略) : $(1B3D)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (13) 1ビット上位回転シフト : $(8BF1)_{16}$ | = () ₁₆ |
| (14) 1ビット下位回転シフト : $(13EF)_{16}$ | = () ₁₆ |

注) 上記の答えは, NT-ProcessorV1プログラムエディタ・エミュレータの10-16-2_Convシートで求めて検算できる. ただし, あくまで手計算で解答できるようになること.

「以上」