前期末テスト　電子計算機　2E

2003.09.26

学籍番号________　氏名 ____________________________

1 文字を表すコード

(1)かっこ内を適当な語句で埋めよ。(各 1 点)

一般に、情報を記号によって表現することを(ア)と呼びます。表現したものを(イ)といいます。コンピューターで文字を表す場合、文字と数字の対応があります。この対応を示すものを(ウ)といいます。例えば、ASCII コードのようなものがあります。これは、文字を表す(エ)と制御を表す(オ)から構成されています。

(ア)コード化　(イ)コード(符号)　(ウ)コード表
(エ)文字コード　(オ)制御コード

(2)以下の文字を JIS 8 単位コードで表現する。そのコードを 16 進数で書け。JIS 8 単位コード表は参考資料に載せてある。(1 点/文字)

kousen

kousen をコード化すると、6B6F7573656E となる。

2 数値を表すコード

(1)10 進数の 1 桁をコード化したい。少なくとも何ビット必要か?。必要なビット数だけではなく、その理由も説明すること。(5 点)

少なくとも 4 ビット必要である。10 進数の 1 桁は、10 通りである。3 ビットだと 8 通り、4 ビットだと 16 通りの表現ができる。そのため、3 ビットだと不足、4 ビットあれば 10 進数の 1 桁をコード化できる。

(2)以下の 10 進数を BCD コードで表現しなさい(4 点)

$(926)_{10}$

それぞれの桁を 4 桁の 2 進数で表現すると、$(9)_{10}=(1001)_2$, $(2)_{10}=(0010)_2$, $(6)_{10}=(0110)$ となる。したがって、BCD コードでは

1001 0010 0110

と表現される。

(3)以下の BCD コードを 10 進数に変換しなさい。(4 点)

BCD コード　0001 1001 1000 0111

BCD コードの各 4 ビットは、$(0001)_2=(1)_{10}$, $(1001)_2=(9)_{10}$, $(1000)_2=(8)_{10}$, $(0111)_2=(7)_{10}$ である。このことから、問題で与えられた BCD コードは、

$(1987)_{10}$

を示している。

(4)グレイコードの特徴を二つ述べよ。(4 点)

- 必要なビット数は 2 進数でもグレイコードでも全く同じである。
- 構成するビット数にかかわらず、1 加算や 1 減算で変化するビット数は 1 ビットのみである。
- グレイコードの表す 0 とそのビット数で表せる最大の数も、異なるビット数は 1 ビットのみである。
- ビットパターンの対象性が非常に良い。

(5)以下の 10 進数をグレイコード化しなさい。(4 点)

$(38)_{10}$

まず、2 進数に変換する。すると、$(38)_{10}=(100110)_2$ となる。これをグレイコードの規則に従い、1 ビット右へシフトさせたものと、ビット毎の排他的論理和(XOR)を計算する。

```
     100110
XOR  010011
     110101
```

以上より、$(38)_{10}$ はグレイコード 110101 に変換できた。

3. 情報の信頼性

(1)西暦 1950 年として、秋田からアマゾンの奥地まで、電話回線と無線で 1M バイト程度のデジタルデータを送りたい。ノイズが大きく、通信の信頼性を上げる必要がある。どのような方法があるか?。何でも良いから、1 つ考えて記述せよ。(4 点)

- 複数回データを送り各ビットの値を多数決で決める。
- 通信回線を複数本つかい、各ビットの値を多数決で決める。
- パリティビットを付加する。
- 通信機の出力を上げる。
- 紙に書いて、飛行機を使って手で持って行く。
- その他、いろいろ

(2)10 進数を BCD コードで転送する。転送の信頼性を上げるために、各桁の BCD コード 4 ビットの後に奇数のパリティビットを付加する。この条件で、以下の 10 進整数を奇数パリティビット付 BCD コードで表現せよ。(4 点)

$(629)_{10}$

それぞれの桁を 4 桁の 2 進数で表現すると、$(6)_{10}=(0110)_2$, $(2)_{10}=(0010)_2$, $(9)_{10}=(1001)$ となる。これに、奇数パリティのビットを付加すると

01101 00100 10011

となる。

4. ブール代数

ブール代数の公理は、参考資料に載せている。

4.1 証明と真理値表

(1) ブール代数の公理のみを用いて、 $A\cdot 0=0$ を証明せよ。
証明に用いた公理は、明示すること。(5 点)

公理のみを用いた証明は、以下の通り。

$$
\begin{aligned}
A\cdot 0 &= A\cdot 0+0 && \text{(公理式 3)}\\
&=(A\cdot 0)+(A\cdot \overline{A}) && \text{(公理式 4)}\\
&=A\cdot(0+\overline{A}) && \text{(公理式 2)}\\
&=A\cdot(\overline{A}+0) && \text{(公理式 1)}\\
&=A\cdot\overline{A} && \text{(公理式 3)}\\
&=0 && \text{(公理式 4)}
\end{aligned}
$$

これで、 $A\cdot 0=0$ が証明できた。

(2) 真理値表を用いて、ド・モルガンの法則

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

を証明せよ。(5 点)

真理値表は、以下のようになる。

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

この真理値表より、 $\overline{(A\cdot B)}=\overline{A}+\overline{B}$ が証明できた。

(3) 加法の演算 $A+B$ の真理値表を示せ。(5 点)

A	B	$A+B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

4.2 ブール代数の演算

演算の順序は、積が和より優先とする。

(1) ブール代数の以下の値を求めよ。(各 3 点)

$$1+1=1$$

$$\overline{0}\cdot\overline{0}+0=1\cdot 1+0=1$$

$$\overline{\overline{\overline{0}+\overline{0}}}=\overline{0}+\overline{0}=1+1=1$$

$$\overline{1\cdot\overline{0}}\cdot(1+0)+\overline{(1+0)}+1=1$$

$$\{\overline{1\cdot\overline{0}}\cdot(1+0)+\overline{(1+0)}\}\cdot 0=0$$

(2) ブール代数の以下の式を簡単にせよ。(各 5 点)

$$
\begin{aligned}
A\cdot\overline{B}+A\cdot B+\overline{A}\cdot\overline{B} &= A\cdot(\overline{B}+B)+\overline{A}\cdot\overline{B}\\
&=A\cdot 1+\overline{A}\cdot\overline{B}\\
&=A+\overline{A}\cdot\overline{B}\\
&=(A+\overline{A})\cdot(A+\overline{B})\\
&=1\cdot(A+\overline{B})\\
&=A+\overline{B}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
A\cdot B+C+A\cdot B\cdot C+B\cdot\overline{C} &= A\cdot B\cdot(1+C)+(C+B)\cdot(C+\overline{C})\\
&=A\cdot B+(C+B)\\
&=(A+1)\cdot B+C\\
&=B+C
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\overline{(A\cdot B)}\cdot(\overline{A}+B) &= (\overline{A}+\overline{B})\cdot(\overline{A}+B)\\
&=\overline{A}\cdot\overline{A}+\overline{A}\cdot B+\overline{B}\cdot\overline{A}+\overline{B}\cdot B\\
&=\overline{A}+\overline{A}\cdot B+\overline{A}\cdot\overline{B}\\
&=\overline{A}\cdot(1+B+\overline{B})\\
&=\overline{A}
\end{aligned}
$$

4.3 スイッチの回路

(1) 図 1 の Z-Z 間のスイッチの動作を示すブール代数の式を示せ。ただし、スイッチの動作は以下の通りとする (課題の練習問題と同じ)。(5 点)

スイッチ X は、$X=1$ の時 ON で $X=0$ の時 OFF
スイッチ $\overline{X}$ は、$X=1$ の時 OFF で $X=0$ の時 ON

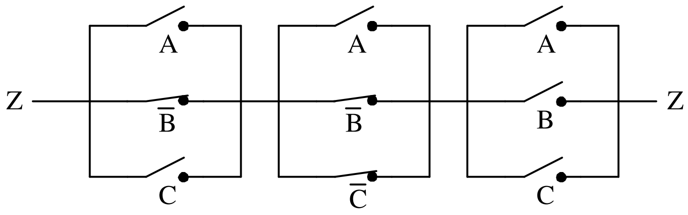


図 1 スイッチの回路

スイッチの動作を示すブール代数式は、

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

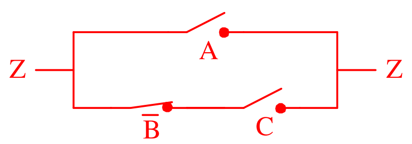
となる。

(2) 問 (1) のブール代数の式を簡単にせよ。(5 点)

$$\begin{aligned}Z&=(A+\overline{B}+C)\cdot(A+\overline{B}+\overline{C})\cdot(A+B+C)\\&=\{(A+\overline{B})+(C\cdot\overline{C})\}\cdot(A+B+C)\\&=(A+\overline{B})\cdot(A+B+C)\\&=A+\overline{B}\cdot(B+C)\\&=A+\overline{B}\cdot B+\overline{B}\cdot C\\&=A+\overline{B}\cdot C\end{aligned}$$

(3) 問 (2) で簡単化された式の回路を示せ。(5 点)

以下の図の通り。



参考資料

(1) JIS 8 単位コード表

下位4ビット	上位4ビット 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	DEL	SP	0	@	P	`	p				ー	タ	ミ		
1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q			。	ア	チ	ム		
2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	メ		
3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ		
4	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	ヤ		
5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	ユ		
6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v	未定義	未定義	ヲ	カ	ニ	ヨ	未定義	未定義
7	BEL	ETB		7	G	W	g	w			ァ	キ	ヌ	ラ		
8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x			ィ	ク	ネ	リ		
9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y			ゥ	ケ	ノ	ル		
A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z			ェ	コ	ハ	レ		
B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{			ォ	サ	ヒ	ロ		
C	FF	S	,	<	L	\	l	|			ャ	シ	フ	ワ		
D	CR	GS	−	=	M	]	m	}			ュ	ス	ヘ	ン		
E	SO	RS	.	>	N	^	n	~			ョ	セ	ホ	゛		
F	SI	SU	/	?	O	_	o	DEL			ッ	ソ	マ	゜		

(2) ブール代数の公理

以下ブール代数の公理を示します。ここでの試験は、この公理のもと、実施するものとします。

・2 項演算子 ＋, ・と、単項演算子の補元 $\bar{\ }$ が後で示す演算規則により定義されています。＋を加法、・を乗法の演算子と呼びます。
・変数は、0 と 1 です。
・演算の規則は、以下の通りです。

交換法則	$A+B=B+A$,	$A\cdot B=B\cdot A$	(公理式 1)
分配法則	$A\cdot(B+C)=A\cdot B+A\cdot C$,	$A+(B\cdot C)=(A+B)\cdot(A+C)$	(公理式 2)
単位元	$A+0=A$,	$A\cdot 1=A$	(公理式 3)
補元	$A+\overline{A}=1$,	$A\cdot\overline{A}=0$	(公理式 4)