

本日の授業のテーマ

これまでの学習をまとめます。

- (1) 文字コード
- (2) 数字コード
  - BCD コード
  - グレイコード
- (3) パリティ
- (4) ブール代数

この中で、ブール代数が最も重要なので、よく理解すること。

## 1 文字コード

- 一般に、情報を記号によって表現することをコード化(coding)と呼びます。表現したものをコード(code)または符号といいます。
- 文字の場合、数のように、10進数を2進数に変換して、"0"と"1"で表現することはできません。そこで、全ての文字に番号を付けるのです。その番号に従い、2進数の整数で表現するのです。コンピューター内部では、この番号に従い、対応する文字を探し出して変換しています。この番号と文字の対応表をコード表と言います。
- 文字と数字の対応は、それこそいくらでも考えられます。いろいろな規格があります。例えば、

ASCII  
JIS 8 単位コード  
EBCDIC  
ISO  
EUC  
シフト JIS      windows はこれを使っている。SJIS とも言う。  
JIS コード  
日本語 EUC

- 例として「Akita」を JIS8 単位コード(教科書 P179)で表してみましょう。すると`416B697461`となります。この表の見方が分かること。表を記憶する必要無し。
- コードには文字コードと制御コードがある。制御コードの役割は、通信制御やテキスト制御などである。制御コードは表示されないが、どこかに書き込まれている。

## 2 数字コード

- 10進数は、0~9 までの10個の数字を用います。10進数をコード化する場合、

$$2^3 < 10 < 2^4$$

なので、少なくとも4ビット必要となります。

### 2.1 BCD コード(2進化10進コード)

- 4ビットで10進数の1桁を表します。桁の重み付けは8, 4, 2, 1と2進数の表現と同じです。このコードを用いると

例えば、 $(285)_{10}$  は、001010000101と表現

となります。10進数の各桁を4ビットの2進数に変換して、そのまま並べるだけです。

## 2.2 グレイコード

### ・グレイコードと2進数の変換方法

グレイコードと2進数の変換は、次の様にします。表2を見ながら、どのように変換されるか理解してください。

#### 2進数からグレイコードへの変換

次に示すアルゴリズムに沿って変換します。これは、教科書の方法と同じです。ただし、教科書は表現が粗く分かりにくいですが

①変換したい2進数を右に1ビットシフトする。

②元の2進数と右に1ビットシフトした2進数のビットごとの排他的論理和(異なれば1、等しければ0)を計算する。排他的論理和の真理値表は、表2を参照のこと。これはあとで学習する。

例えば、次のようにする。

$(14)_{10} \rightarrow (1110)_2$   
 $(0111)_2 \leftarrow (1110)_2$  を1文字右にシフト。変換①。  
 $(1001)_2 \leftarrow (1101)_2$  と  $(0111)_2$  の排他的論理和。変換②

これで、2進数  $(1110)_2$  がグレイコード  $(1001)$  に変換できた。

#### グレイコードから2進数への変換

逆のアルゴリズムは、以下の通りです。

①グレイコードの最上位ビット (MSB) からはじめて、最初の1が現れるまでは、それまでの2進数はグレイビットと同じである。要するに1が表れるまで、上位のビットはゼロのままにしておく。

②次にグレイコードの各ビットは制御として用いられる。1であれば、その前の桁の2進数のビットを反転したものが、その2進数の桁のビットを表す。0であれば、その前の桁の2進数のビットそのものである。

例えば、次のようにする。

$(0101) \leftarrow$  グレイコード  
 $(0???) \leftarrow$  最上位にビットは、0なので変換の①に従う。  
 $(01??) \leftarrow$  次のビットからは、変換②に従う。グレイコード1、2進数の前の桁は0。  
 $(011?) \leftarrow$  グレイコード0、2進数の前の桁は1。  
 $(0110) \leftarrow$  グレイコード1、2進数の前の桁は1。

これで、グレイコード  $(0101)$  が2進数  $(0110)_2$  に変換できた。

表2 グレイコード

10進数	2進数	グレイコード
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000

表3 排他的論理和の真理値表

A	B	X XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

・グレイコードの特徴

- ① 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す
- ② 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
- ③ グレイコードの表す0と、最大の数のビットについても、1ビットだけ違う。
- ④ ビットパターンの対称性が非常に良い

・2進法では、0111の後は1000という具合に、1を加えることにより、多くの文字が同時に変化することがあります。しかし、グレイコードでは、必ず1文字しか変化しません。この特徴を利用して、連続に変化する値を測定してデジタル値として出力するセンサーの出力にグレイコードがよく用いられます。

・ある測定量が $(7)_{10} \rightarrow (8)_{10}$ に値が変化したとします。これを4ビット、すなわち4本の出力線(電線)でコンピューターにデータを送る状況を考えます。2進数とグレイコードを用いた場合、それぞれのビット(4本の電線の電圧)は、

2進数           (0111) → (1000)  
グレイコード   (0100) → (1100)

となります。しかしこれは、最初と最後の状態です。最後の状態になるまでの途中の状態を考えましょう。実際には、同時に全部のビットが変化することはなく、それぞれのビットは異なったタイミングで変化します。実際には

2進数           (0111) → (0011) → (1011) → (1010) → (1000)  
グレイコード   (0100) → (1100)

のように変化します。これは例に過ぎません。途中の状態は装置に依存します。2進数の場合、途中、中途半端な状態があることは確かです。すると、この中途半端な状態をコンピューターが読み込んで、その変な値をデータとして記録してしまいます。これは、うまくありません。一方、グレイコードの場合、1ビットしか変化しませんので、その心配はありません。

### 3 パリティ

- 例えば、1桁4ビットBCDコードを送る場合、パリティビットを付け加えて、5ビットで通信します。パリティビットを0あるいは1にすることにより、1の数を偶数あるいは奇数にする方法です。例えば、奇数パリティの場合、必ず5ビットの1の数が奇数になるようにします。すると受信者側で5ビット毎に、1になっているビット数を調べて、それが偶数ならば、誤りがあると判断できます。
- もしあなたが、1950年に生きていたとして、そのとき秋田からアマゾンの奥地まで電話回線と無線を使って、データを転送したい。信頼性を上げる方法を考えよ。

### 4 ブール代数

- 公理と何か?。定理との違い
  - 公理とは、ひとつの理論体系を作るときの出発点となる根本命題のこと。
  - 定理とは、公理から証明されたもの。
- ブール代数の公理を暗記する必要はありません。ただし、意味することは理解すること。
- 公理のみを使って、以下が証明できること。

$A+1=1$	配布プリント P.8
$A \cdot 0=0$	課題
- 以下の定理は覚えること。
  - 双対の原理 (配布プリント P.5)
  - ド・モルガンの法則 (配布プリント P.8) ← 最重要
  - その他の定理 (配布プリント P.8)。これは覚えなくても推測がつかはず。課題のプリントができれば問題なし。
    - 結合則
    - 吸収即
    - 中等律
  - 二重否定
- 以下の真理値表が書けること。← 最重要
  - 加法、乗法、補元 (配布プリント表 1, 2, 3)
  - ド・モルガンの法則 (配布プリント表 5, 課題の解答)
- 課題のプリントの演算と代数計算ができること。
- ブール代数の公理とスイッチ回路の対応 (配布プリント P.7)
- 課題のプリントのスイッチの回路の演算ができること。