Codes Numériques

Introduction

Il existe de nombreux codes spécialisés utilisés dans les systèmes numériques. Certains sont strictement numériques, comme le code DCB, alors que d'autres sont alphanumériques utilisés pour représenter des nombres, des lettres, des symboles et des instructions.

Parmi les codes adaptant le langage humain ou le langage machine, on distingue les codes pondérés et les codes non pondérés.

I-1 Codes pondérés

Un code est dit pondéré, si la position de chaque symbole dans chaque mot correspond à un poids fixé : Par exemple 1, 10, 1000, ……pour la numérotation décimal et 1, 2, 4, 8, ….. pour la numérotation binaire.

I-1-1 Code binaire pur

Quand on fait correspondre à un nombre décimal son équivalent binaire, on dit qu'on a fait un codage binaire. Code pondéré par des puissances de 2.

	8	4	2	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0

I-1-2 Code décimal binaire

C'est un code pondéré de poids 8, 4, 2, 1, il se présente sous la forme suivante

	8	4	2	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Dans ce code chaque chiffre du nombre décimal doit être codé séparément par un groupe de 4 bits.

Exemple : 3684 s'écrit dans ce code 0011 0110 10000 0100

- **Les opérations arithmétiques dans ce code**

Les opérations arithmétiques effectuées dans ce code sont plus compliquées qu'en binaire naturel.

Exemple 1 :

471	0100	0111	0001
352	0011	0101	0010
-----	------	------	------
823	0111	**1100 ?**	0011
	1	0110	
	------	------	------
	1000	0010	0011
	8	**2**	**3**

On rencontre ici un mot codé qui ne correspond pas à une valeur connue, il s'agit des six représentations codées de quatre bits interdites ou non valides. Cette représentation est apparue du fait qu'on additionne deux chiffres dont la somme dépasse 9. Pour résoudre ce problème, on ajoute $(6)_{10}=(0110)_2$ à ce mot codé inconnu afin de prendre en considération le fait qu'on saute six représentations codées non valides. Si un report est produit, il sera ajouté à la somme des chiffres du rang suivant.

Exemple 2 :

```
9                   1001
8                   1000
----               --------
17          0001    0001
            0000    0110
            ------  ------
            0001    0111
              1       7
```

Dans le cas où l'addition de deux chiffres donne un report, on ajoute une correction de $(0110)_2$ au résultat de la somme.

Règle :

- Lorsque le résultat est inférieur à 9, on ne change pas le résultat ;
- Lorsque le résultat est supérieur à 9, on ajoute 6 au résultat pour obtenir le résultat exact.
- Lorsqu'il y a une retenue, on ajoute également 6 au résultat obtenu même si la valeur est inférieure à 9.

I-1-3 Code décimal binaire Aiken DCBA

C'est un code pondéré de poids 2, 4, 2, 1 et aussi autocomplémentaire à 9.

	2	4	2	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	0
7	1	1	0	1
8	1	1	1	0

9	1	1	1	1

Il peut être constitué par la règle suivante : De 0 à 4 on code en binaire pur
De 5 à 9 on ajoute 6 et on code en binaire pur

Prenons par exemple le chiffre décimal 2 en binaire 0010, en inversant le chiffre binaire 0010, on obtient 1101 correspond au chiffre 7 qui est le complément à 9 de 2.

I-2 Codes non pondérés

On n'attribue pas de poids à chaque bit mais on peut convenir simplement à un tableau de correspondance.

I-2-1 Le code excédent trois (DCB+3)

Le code majoré de trois d'un nombre décimal se trouve de la même manière que le code DCB, sauf qu'on ajoute trois à chaque chiffre décimal avant d'opérer la conversion.

	8	4	2	1
0	0	0	1	1
1	0	1	0	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	0	1	1	1
5	1	0	0	0
6	1	0	0	1
7	1	0	1	0
8	1	0	1	1
9	1	1	0	0

On remarque que ce code et autocomplémentaire à 9.

- **Les opérations arithmétiques dans ce code**

Exemple : **Avec retenue**

9 1100

+5 1000

----- ------

14	0001	0100
	0011	0011
	------	------
	100	0111
	1	**4**

Dans une addition en BCD+3, si on a une retenue on ajoute le chiffre 3 codé en binaire au résultat de l'addition.

Sans retenue

6	1001	22
+2	0101	+17
-----	-----	-----
8	1110	39
	1101	

Débordement à éliminer **1** 1011

Dans le cas où on n'a pas de retenue, on retranche le chiffre 3 au résultat de la somme, c'est-à-dire on ajoute le complément à 2 du chiffre 3.La retenue de la somme est à rejeter.

I-2-2 Le code de Gray

Le code de Gray est un code non pondéré et ne convient pas aux calculs arithmétiques, en ce sens qu'il n'y a pas de poids spécifiques qui correspondent aux positions des bits. Ce code est caractérisé par le fait qu'en passant d'une combinaison à la suivante un seul bit change de valeur, ce qui minimise les erreurs lors du codage.

Le tableau suivant illustre le code de Gray de 4 bits pour les nombres décimaux de 0 à 15 ainsi que leur équivalent en binaire.

0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	1
3	0	0	1	0
4	0	1	1	0
5	0	1	1	1

6	0	1	0	1
7	0	1	0	0
8	1	1	0	0
9	1	1	0	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	0
12	1	0	1	0
13	1	0	1	1
14	1	0	0	1
15	1	0	0	0

- **Conversion code binaire-code de Gray**

Pour effectuer la conversion d'un nombre binaire en code de Gray, on procède selon les règles suivantes :

1-Le bit de poids le plus fort du code de Gray est le même que le bit de poids le plus fort correspondant au nombre binaire.

2- En vous déplaçant de gauche à droite, additionnez chaque paire de bits adjacente du code binaire pour obtenir le bit suivant du code de Gray. Rejetez les retenues.

Exemple :

1 0 1 1 0 code binaire

1 1 1 0 1 code de Gray

- **Conversion code Gray-code binaire**

Pour effectuer la conversion d'un nombre codé en Gray en code binaire, on procède selon les règles suivantes :

1- Le bit de poids le plus fort du code binaire est le même que le bit de poids le plus fort correspondant au code de Gray.

2- Additionnez chaque nouveau bit du code binaire crée au bit du code de Gray adjacent suivant (situé immédiatement à droite) en rejetant les retenues.

Exemple :

1 1 0 1 1 code de Gray

1 0 0 1 0 code binaire

I-2-3 Le code P parmi n

A chaque chiffre décimal correspond n élément binaire dont p sont à 1 et n-p sont à zéro. Ainsi on peut savoir s'il y a une erreur de transmission on recevant un nombre de 1 différent de p.

I-2-3-1 Le code 2 parmi 5

Nombre décimal	Codage 2 parmi 5
0	11000
1	00011
2	00101
3	00110
4	01001
5	01010
6	01100
7	10001
8	10010
9	10100

I-2-4 Code avec bit de parité

Ce code dispose d'un bit de parité situé complètement à droite. Il est utilisé surtout comme moyen pour la détection des erreurs de transmission.

Un système donné fonctionne avec une parité paire ou une parité impaire, il ne peut pas utiliser les deux. Par exemple, dans un système fonctionnant avec une parité paire, chaque groupe de bits reçu est contrôlé pour s'assurer que le total de 1 dans ce groupe correspond à un nombre pair. Si ce nombre est impair, une erreur s'est produite.

Exemple code DCB avec bit de parité

P	Code DCB
0	0000
1	0001
1	0010
0	0011
1	0100
0	0101
0	0110
1	0111

1	1000
0	1001

Détection d'une erreur : Le bit de parité permet la détection d'une erreur monobit- ou dans un certains cas très rares, la détection d'une quantité impaire d'erreurs- mais ne peut vérifier si un groupe comporte deux erreurs.

Supposons que désirons transmettre le code DCB 0101. Le total du code transmis, incluant le bit de parité paire, est **0** 0101

Supposons maintenant qu'une erreur se produit dans le troisième bit à partir de gauche- le 1 est devenu 0- tel que : **0** 0001

Lorsque ce code est reçu, le circuit de contrôle de parité détermine qu'il ne comporte qu'un seul 1-un total de 1 impair- alors qu'il devrait comporter un total de 1 pair. Par conséquent, une erreur est indiquée.

I-2-5 Code ASC II: American standard code for Information Interchange

C'est un code alphanumérique universel utilisé dans la plupart des ordinateurs. La plupart des claviers d'ordinateurs utilisent un standard basé sur le code ASC II. Ce code comprend 128 caractères et symbole représentés par un code binaire de 7 bits. En réalité, il s'agit d'un code à 8 bits dont le bit de poids le plus fort est toujours égal à 0. Ce code de 8 bits correspond aux nombres hexadécimaux de 00 à …