

Travaux Dirigés - Modulation et codage

Rappels de cours

Modulation

Transformation d'une suite de données à transmettre en un signal adapté au support de transmission. Il s'agit de transposer le signal de données dans un domaine de fréquences compatible avec le support.
Porteuse : Onde sinusoïdale de référence dont la fréquence est très supérieure à celle du signal de données.

L'onde porteuse est désignée par $p(t)$ et $p(t) = A_p \sin(\omega_p t + \phi_p)$

avec

A_p : amplitude de la porteuse, ω_p : pulsation de la porteuse, ϕ_p : phase de la porteuse

Trois techniques de modulation sont envisageables :

- Modulation d'amplitude : l'amplitude dépend du signal.
- Modulation de fréquence : on associe une fréquence donnée à chacun des états du signal.
- Modulation de phase : à un état de la phase de la porteuse correspond un état du signal numérique. Les états de phase sont répartis régulièrement sur $[0, 2\pi]$.

Codage

Transformation d'une suite de bits $\{a_i\}$ en une suite de symboles $\{d_k\}$, pris dans un alphabet fini. Les d_k ont tous la même durée Δ (intervalle significatif).

Codage Bande de base

Codage tout (+n Volts avec $n > 0$, $n=3$), ou rien (0 Volts). Les signaux numériques sont transmis directement sur le support.

Codage NRZ (Non Retour à Zéro) - entre +3Volts et -3Volts

Si $a_i = 0$, $d_k = -a$

Si $a_i = 1$, $d_k = +a$

Codage Manchester

Fronts alternés au milieu de Δ pour $a_i = 0$ et $a_i = 1$
(signal électrique entre +a Volts et -a Volts)

Codage Manchester différentiel

Version (a) : fronts alternés au milieu de Δ pour $|a_{i-1} - a_i| = 0$ et $|a_{i-1} - a_i| = 1$

Version (b) : changement de front par rapport à a_{i-1} si $a_i = 0$

Par convention lorsque $i = 0$, $a_{i-1} = 1$

Codage bipolaire simple

Si $a_i = 0$, $d_k = 0$

Si $a_i = 1$, $d_k = +a$ ou $-a$ alternativement.

Exercice - rappels de codage

Les données sont traitées (y compris le codage, la transmission) à partir de leur représentation en mémoire. La mémoire est structurée en *mots mémoires* de 8 bits, 16 bits, 32 bits, etc. Différents codages sont possibles à partir des suites binaires issues des mots : on utilise des *bases* : 2 (binaire), 8 (octal), 10 (décimal), 16 (hexadécimal), etc

Binaire-hexadécimal

Codez en hexadécimal les suites binaires suivantes :

1100101011111110 1110111110101100 0110101001010010

Codez ensuite chaque hexadécimal en décimal.

Binaire-décimal Codez en décimal les suites binaires suivantes :

0101001010101010 0000101011111111

ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

Codage sur 7 bits, le huitième bits est utilisé pour la parité ; on représente ainsi 128 caractères. L'ASCII étendu utilise les 8 bits permettant ainsi de coder 256 caractères (les 128 caractères de l'ascii 'standard' + les accents les symboles, etc). L'ASCII étendu n'est pas normalisé (on trouve donc différents codages). Par exemple le code ISO Latin-1 (ou ISO 8859-1).

Rappelez les codes ASCII des caractères suivants : a A @ 'espace' 3 9 . =

UNICODE (code de l'ONU)

Codage sur 16 bits (UTF-16, *Unicode Transformation Format*).

Exercice de codage simple : soit à transmettre une image constituée d'une suite de points pris dans une plage à 8 niveaux (0, 1, 2, ...,7). Cette image est ainsi décrite par : 2 3 3 5 7 3 1 3 4 5 7 5 4 3 1

Quelle est la suite binaire correspondant à cette image ?

Exercice 1

On désire transmettre, par l'intermédiaire d'un modem, la suite de bits 0 0 1 0 1 1 0 1.

Dessinez la suite des signaux transmis par le modem :

1. en modulation de phase quadrivalente,
2. en modulation de fréquence bivalente.

Exercice 2

Proposez un codage possible pour des données correspondant à la suite binaire :

0 0 1 0 1 1 0 1 0 0 1 0 sachant que la rapidité de modulation disponible sur le support est de 1200 bauds et que l'on désire transmettre à 2400 bit/s.

Exercice 3

Codez la suite binaire 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 dans les codes suivants :

1. code bande de base
2. code NRZ (Non Retour à Zéro, entre +3volts et -3volts)
3. codes Manchester et Manchester différentiel.

On utilisera deux versions pour le Manchester différentiel :

(a) Fronts alternés au milieu de Δ pour $|a_{i-1} - a_i| = 0$ et $|a_{i-1} - a_i| = 1$.

Par convention pour $i = 0$ on prend $a_{i-1} = 1$.

(b) Par rapport au front final de a_{i-1} , faire

Changement de front en début de phase si $a_i = 0$

Pas de changement de front en début de phase si $a_i = 1$

4. code bipolaire simple
5. code bipolaire à haute densité d'ordre n (BHD n) ; prendre $n = 3$.

Principe : le codage BHD n est identique au codage bipolaire mais avec une transformation des suites de plus de n zéros. On introduit un bit V de violation de l'alternance (des polarités). Par exemple pour BHD3, 0000 est codé par 000V.

Le premier bit à un qui suit V est codé avec la valeur inverse du bit V qui le précède.