INSA

Département Télécommunications, Services & Usages

3 TC

**TD2 - SIGNAUX & SYSTÈMES**

**Autocorrélation - Intercorrélation**

## Travail à rendre

Soient x[n] et y[n] deux signaux discrets, déterministes, réels et à énergie finie.

1. Rappelez les définitions des fonctions d’autocorrélation et d’intercorrélation notées *Rxx , Rxy* et *Ryx*. Rappelez les propriétés de symétrie, de parité et de valeur en 0.
2. Soit y[n] *=* x[n-n0], calculez *Rxy, Ryx, Ryy*.

Soient x(t) et y(t)] deux signaux continus, déterministes, réels et à énergie finie.

1. Rappelez les définitions des fonctions d’autocorrélation et d’intercorrélation notées *Rxx , Rxy* et *Ryx*.
2. Pour le temps continu et le temps discret, rappelez la relation entre la convolution et la corrélation.

Le CDMA (Code Division Multiple Access) est à la base de l’UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) c’est-à-dire la technologie utilisée pour la téléphonie mobile de troisième génération (3G).

Cette technologie consiste à utiliser des codes orthogonaux pour envoyer des messages simultanément vers plusieurs utilisateurs. Chaque utilisateur est associé à un code orthogonal  pour .

1. Les codes de Walsh-Hadamard sont une famille de codes utilisés pour transmettre les informations en downlink, c’est-à-dire de la station de base émettrice Node B vers les utilisateurs de portables .

Montrez que les 3 codes , ,  issus de cette famille et représentés dans la figure suivante sont des codes orthogonaux entre eux.

|  |  |
| --- | --- |
| **Codes** | |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

1. Pour chacun des codes, calculez et représentez le signal  pour .

Un message binaire de 8 bits  suite de 0 et de 1 est transmis à l’aide du code  par la station de base à l’utilisateur .   
Le message codé  est une séquence discrète obtenue en multipliant chaque bit  avec le code décalé de échantillons, avec N le nombre d’échantillons non nuls de .

 **eq.****1**

Représentez  obtenu avec le message binaire [1 0 1 1 0 0 1 0]

1. On suppose que le récepteur a reçu . Effectuez l’intercorrélation de  avec x1[n]. Que remarquez-vous ? Comment peut-on retrouver le message binaire qui a été transmis ?
2. Rajoutez une plage de 0 de longueur quelconque en début de , on prend par exemple les valeurs   
   [0 0 0 0 0 0]. Recalculez l’intercorrélation. Quelle information supplémentaire apporte cette opération ?   
   Une séquence quelconque de 0 et 1 telle que [1 0 0 1 1 0] changerait-elle le résultat ?

Remarque: quelle contrainte faut-il vérifier entre l’émetteur et le récepteur pour que tout se passe bien ?

1. Calculez l’intercorrélation de  avec .  
   Est-ce que l’utilisateur  peut récupérer l’information transmise à ? Pourquoi ?
2. La figure suivante présente l’intercorrélation d’un message transmis par la station de base par les codes des utilisateurs  et  .

Déterminez à quel utilisateur le message est destiné.

Décodez le message binaire qui a été transmis en faisant apparaitre sur le graphique les échantillons et les instants qui vous permettent de réaliser ce décodage.

|  |  |
| --- | --- |
| Inter  corrélation par le code de |  |
|  | Mot\_8bits\_transmis\_à\_ = |
| Inter  corrélation par le code de |  |
|  | Mot\_8bits\_transmis\_à\_ = |
| Codage / décodage, 1 utilisateur. | |

1. La station de base transmet simultanément des messages binaires à 3 utilisateurs à l’aide du message transmis ci-dessous. Retrouvez à l’aide des figures b), c) et d) le message binaire spécifiquement adressé à chacun des utilisateurs.

|  |  |
| --- | --- |
| a) Message transmis par la station de base |  |
| b) Inter  corrélation par le code de |  |
|  | Mot\_8bits\_transmis\_à\_ = |
| c) Inter  corrélation par le code de |  |
|  | Mot\_8bits\_transmis\_à\_ = |
| d) Inter  corrélation par le code de |  |
|  | Mot\_8bits\_transmis\_à\_= |
| Codage / décodage, 3 utilisateurs. | |

Pour aller plus loin…

1. On appelle filtre adapté d’un signal x[n] de longueur L+1, un système dont la réponse impulsionnelle est égale à h[n]=x[L-n].

Montrez que la convolution de x[n] avec h[n] est égal à Rxx [n-L].   
Déterminez la réponse impulsionnelle du filtre adapté à x1[n].   
Calculez la convolution de x1[n et h1[n] et vérifiez que le résultat est semblable à Rx1x1 [n-L].

(Vérifiez ce résultat après le TD 6 convolution).