

TRAVAUX PRATIQUES TUGP71

GPRS, architecture et protocoles UMTS

L'interface radio de l'UMTS se base sur le W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access). Cependant, le W-CDMA se base sur une technique plus ancienne qui est le CDMA (Code Division Multiple Access). Afin de comprendre les concepts du W-CDMA, il est important de comprendre la technique du CDMA.

Le but du TP est de simuler sur Matlab le principe d'étalement de spectre et de dés-étalement de spectre à l'aide de code de Walsh-Hadamard

CDMA

Le CDMA (Code Division Multiple Access) est utilisé dans de nombreux systèmes de communication. Il permet d'avoir plusieurs utilisateurs sur une même onde porteuse. Les transmissions sont numérisées, dites à étalement de spectre.

- 1) Quel est le rôle de l'étalement de spectre ?
- 2) Quels sont les avantages du CDMA ?

Principe de l'étalement de spectre :

Le W-CDMA réalise un étalement de spectre selon la méthode de répartition par séquence directe (Direct Sequence).

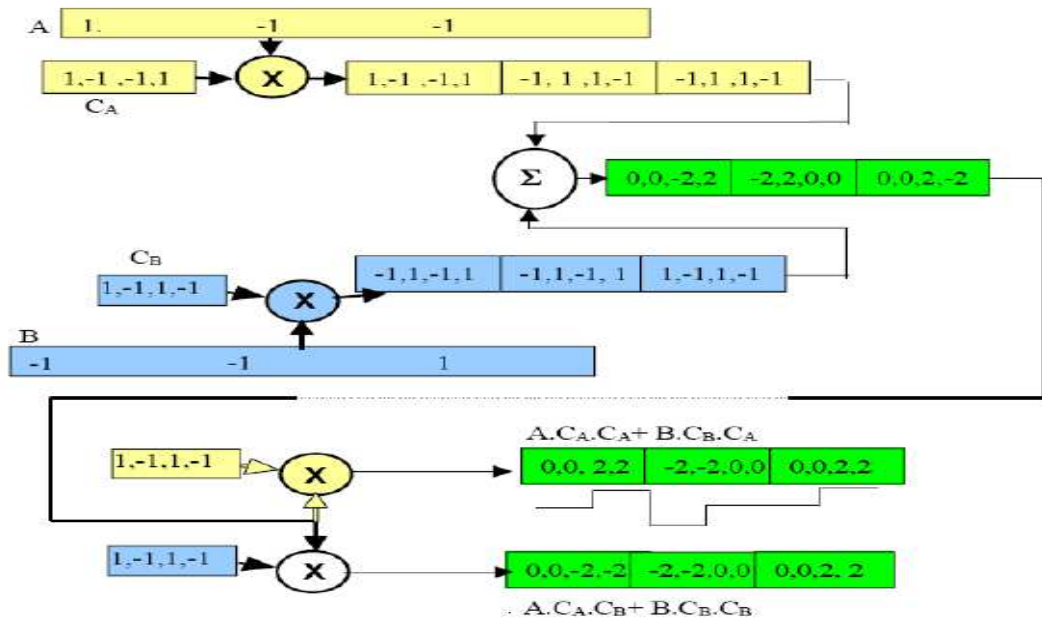
Le principe de l'étalement de spectre consiste à remplacer chaque bit 1 par une séquence code à M 'chips' et chaque bit 0 par la séquence complémentaire. Ces séquences codes sont judicieusement choisies pour leurs propriétés mathématiques. Comme le signal obtenu contient beaucoup plus de transitions (changement de chip) que le signal message original contient de transitions (changement de bit), la bande spectrale est élargie dans un rapport égal au nombre de chips : c'est le facteur d'étalement (ou SF = Spreading Factor).

Les éléments du code d'étalement PN (Pseudo Noise) ont une durée T_c et sont généralement des impulsions d'amplitude +1 et -1. Le débit chip ou chip rate (noté B_{spr}), est égal à $1/T_c$ et s'exprime en chips par seconde (cps). De même la durée des symboles d'information est T_s et le débit symbole $B_s=1/T_s$ est exprimé en symboles par seconde (sps).

Dans les systèmes DS-CDMA, le débit symbole B_s est variable et dépend du service (vidéo, voix, données...), alors que le débit chip B_{spr} est constant (en WCDMA/FDD et WCDMA/TDD, $B_{spr}= 3,84$ Mcps).

Une fois le code généré, il suffit de multiplier le message par des chips qui prennent +1 et -1 comme valeur. On passe donc d'un signal bande étroite à un signal large bande, puisque

B_{spr}/B_s . Un exemple sur le principe de fonctionnement du DS-CDMA est décrit ci-dessous.



Le message de l'émetteur A, représentée par une séquence de +1, -1, -1, est multiplié par un code aléatoire CA 1, -1, -1, 1, (ce sont les "chips") judicieusement choisie, et dont les transitions sont M fois plus fréquentes.

De même, un message de l'émetteur B: -1, -1, 1, est multiplié par un code CB 1, -1, 1, -1.

Les séquences produits A_CA et B_CB sont ajoutées et transmises.

A la réception, le destinataire du message A multiplie la séquence reçue par le code CA, idem pour le destinataire du message B. Si les codes sont bien choisis, la moyenne de CA.CA et de CB.CB est égale à M/2, sur la durée d'un bit (donc de M chips), tandis que CA.CB a une moyenne nulle : Les codes CA et CB sont dits "orthogonaux".

REMARQUE :

La séquence somme est transmise sur trois niveaux d'amplitudes avec deux émetteurs ; Quatre niveaux avec trois émetteurs etc... La moyenne sur chaque durée d'un bit est nulle. Lorsque que le nombre des émetteurs devient important, la distribution des amplitudes s'apparente à une distribution Gaussienne.

En réception, chaque signal a, sur une durée d'un bit de message, une moyenne non nulle.

Ce qui permet la reconstitution du signal par simple filtrage avec un filtre passe bas. On préfère en fait mesurer la corrélation qui est la somme des produits codes émis_signal reçu sur la durée d'un bit.

Les codes sont choisis tels que leur produit scalaire CA.CB soit nul et CA.CA soit maximum ; de même, le produit scalaire d'un code par lui-même décalé soit pratiquement nul.

L'étalement ne doit pas être confondu au brouillage (*scrambling*) où les bits du message sont multipliés avec un code aléatoire à raison d'un bit pour un code.

SIMULATION SOUS MATLAB

1- Génération du signal des utilisateurs

Pour un nombre d'utilisateur fixé (nUser = 8), la fonction *sign(randn(nUser,nBit))* de Matlab permet de générer aléatoirement nBit à nUser utilisateur

2- Génération aléatoire des séquences de codes de Walsh

La fonction *Walsh(G)* permet de générer les séquences de codes de longueur G.

Les fonctions `rnd_sqn = randperm(G)`; et `W = W(rnd_sqn(1:nUser),:)` ; `W = W((1:nUser),:)`; permettent d'assigner de façon aléatoire à chaque utilisateur un code de Walsh.

3- Fonction d'étalement de spectre du signal

```
for i=1:nUser
for j=1:nBit
spread_signal(i,(j-1)*G+1:j*G) = data(i,j).*W(i,:);
end
end
```

4- Réception du signal étalé après propagation dans l'espace

```
received_signal = sum(spread_signal);
```

5- Fonction de dés-étalement du spectre du signal reçu

```
for i=1:nUser
for j=1:nBit
despread_signal(i,(j-1)*G+1:j*G) = received_signal(1,(j-1)*G+1:j*G).*W(i,:);
end
end

for i=1:nUser
for j=1:nBit
received_data(i,j)=sum(despread_signal(i,(j-1)*G+1:j*G));
end
end
```

6- Normalization des données recues

```
received_data=received_data./G;
```

7- Représentation graphiques des données envoyées et reçues

```
for i=1:nUser
subplot(nUser,1,i); plot(data(i,:));
title(['Base data:user ', num2str(i)]);
end

for i=1:nUser
subplot(nUser,1,i); plot(received_data(i,:));
title(['Received data:user ', num2str(i)]);
end
```

- a) écrire le programme matlab détaillé ci-dessus et lancer son exécution pour `nUser=8` ; `nBit=100` et `G=64`, commenter ?

- b) que se passe-t-il pour $G=4$? commenter ?
- c) que signifie <facteur d'étalement> et quel est son importance ?
- d) donner la procédure de construction des codes OVSF et de walsh-hadamard ??