

# L'utilisation des réseaux de neurones en turbo-décodage

Encadrant:  
Prof. dr. ing. Isar Alexandru

Candidate:  
Drăgan  
Mihaela

## Sujet

On étudie la possibilité d'introduction d'un réseau de neurones dans le schéma d'un turbo-décodageur.

### Table de matières

Chapitre 1. Turbo codes.

Chapitre 2. Réseaux de neurones.

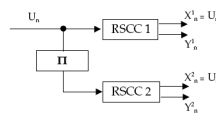
Chapitre 3. Résultats de simulation.

## Turbo codes

La technique de turbo codage a été introduite en 1993 par les chercheurs d'ENST-Bretagne C. Berrou et A. Glavieux. Son apparition a constitué un progrès majeur due aux performances impressionnantes obtenues. Ce sont les codes les plus proches de la limite de Shannon qui utilisent un codeur de faible complexité.

## Turbo codes – le codeur

### Turbo Codes Parallèles



RSCC - codeurs de type convolutif récursif systématique

$\Pi$  - entrelaceur

$U_n$  - bit du message

$X_n^i, Y_n^i$  - le bit systématique et le bit de redondance

### Turbo Codes Séries

mot de code –

$$X_n^T = [U_n, Y_n^1, Y_n^2]^T$$



## Entrelaceur

Types:

Ligne/Colonne

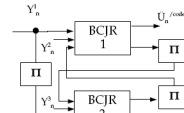
En Hélice

Pair / Impair

Pseudo Aléatoire

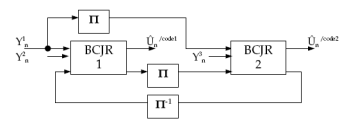
## Turbo décodage

**Turbo Décodeur Parallèle**

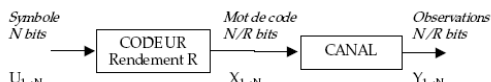


BCJR – décodeur maximum a posteriori basé sur l'algorithme Bahl, Cocke, Jelinek, Raviv

**Turbo Décodeur Série**



## L'algorithme BCJR



Phases de l'algorithme:

- Calculer les vraisemblances locales
- Calculer par récursions des  $\alpha(S_n)$  et  $\beta(S_n)$
- Calculer les probabilités a posteriori des bits  $P(U_n = \pm 1 / Y_{1 \rightarrow N})$
- Prendre une décision sur le bit émis  $\hat{U}_n^{MAP}$

## Modèle d'un neurone

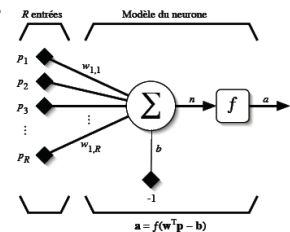
$$p = [p_1 p_2 \dots p_R]^T$$

$$w = [w_{1,1} w_{1,2} \dots w_{1,R}]^T$$

$$n = \sum_{j=1}^R w_{1,j} p_j - b$$

$$= w_{1,1} p_1 + w_{1,2} p_2 + \dots + w_{1,R} p_R - b$$

$$n = w^T p - b$$



## Apprentissage

### Types d'apprentissage

Le mode supervisé

Le mode non-supervisé

Le mode hybride

Le renforcement

### Règles d'apprentissage

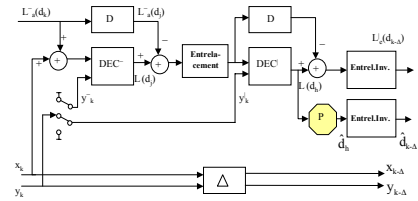
de correction d'erreurs

de Boltzmann

de Hebb

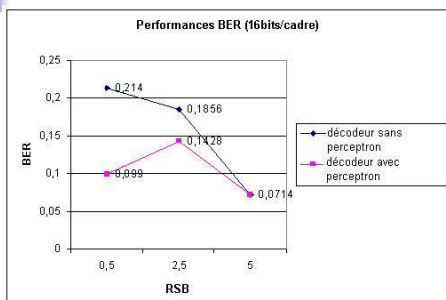
apprentissage par compétitions

## Décodeur avec perceptron

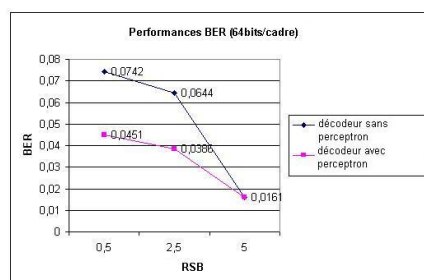


Il a les suivantes particularités : est réalisé avec un seul neurone, a une seule entrée, les valeurs des poids sont initiales 0, la polarisation  $b$  est 0, la fonction d'apprentissage est lemmrp et la fonction de transfert est hardlim.

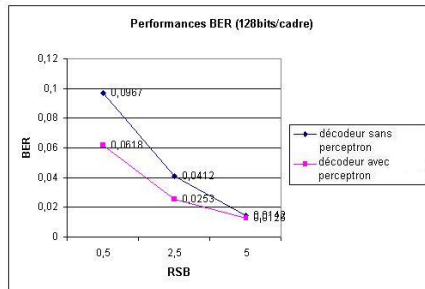
## Résultats de simulation



## Résultats de simulation



## Résultats de simulation



L'utilisation des réseaux de neurones en turbo-décodage

12/13

## Conclusions

On peut constater la supériorité de l'utilisation du perceptron par rapport au turbo-décodeur classique, en spécial dans le cas des valeurs petites pour les rapports signal sur bruit dans le canal, pour chaque longueur du cadre de données.

Le perceptron est la forme la plus facile de réseau de neurones est c'est aussi facile de l'inclure dans la construction pour un turbo-décodeur réel, parce que le circuit physique n'est pas prétentieux.

L'utilisation des réseaux de neurones en turbo-décodage

13/13