

Décodage de Codes LDPC par l'Algorithme λ -Min

Frédéric Guilloud, Emmanuel Boutillon and Jean-Luc Danger

{frederic.guilloud, jean-luc.danger}@enst.fr, emmanuel.boutillon@univ-ubs.fr



Architecture des décodeurs LDPC : Problèmes

- Coût de la mémoire nécessaire au stockage des informations extrinsèques de branches (couple parité – variable).
- Complexité des processeurs de parité dans le cas de codes irréguliers.

Solutions: Algorithme λ -Min et son architecture associée

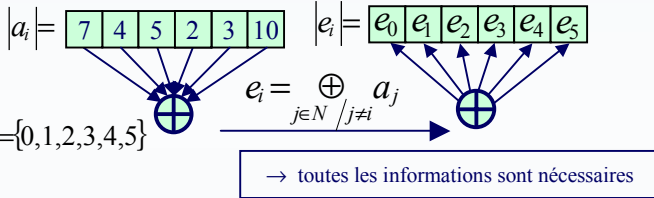
- ❑ Algorithme sous optimal pour calculer les informations extrinsèques.
- ❑ Sauvegarde locale des informations extrinsèques compressées.
- ❑ Traitement série des parités avec calcul à la volée des informations extrinsèques.

Algorithme λ -Min :

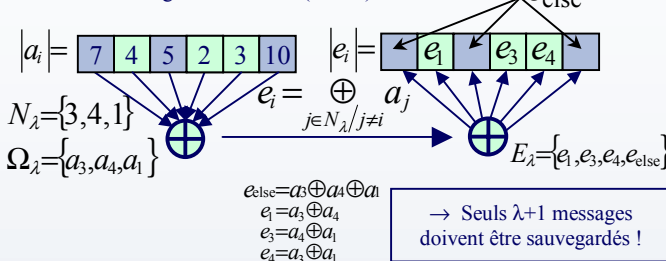
✓ **Idée:** Pour calculer les informations extrinsèques, utiliser les λ informations qui ont la plus petite valeur absolue.

✓ **Exemple:** avec une parité de degré 6 et $\lambda=3$ (signes omis)

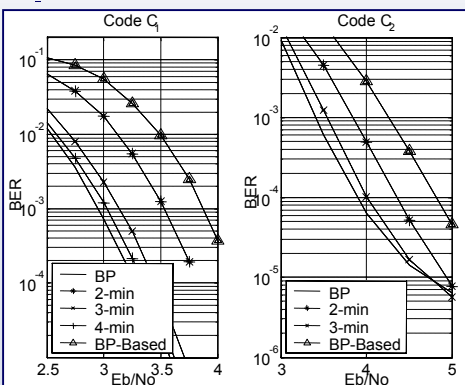
❑ Avec l'algorithme BP (Belief Propagation)



❑ Avec l'algorithme λ -min (et $\lambda=3$):



✓ Performance:



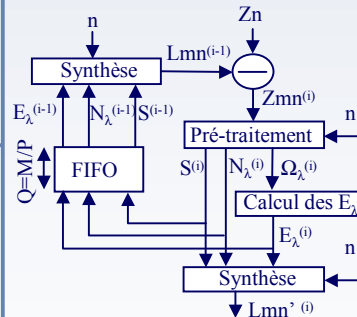
C1 : (5,10), N= 816,
[http://www.inference.p
hy.cam.ac.uk/mackay/c
odes/data.html](http://www.inference.p
hy.cam.ac.uk/mackay/c
odes/data.html)
C2 : Irrégulier ; taux =
0.85, N=2000 (41-42
bits / PC)
[http://lthwww.epfl.ch/
research/ldpcopt](http://lthwww.epfl.ch/
research/ldpcopt).

Avec un offset optimal, l'algorithme 3-Min surpasse l'algorithme BP @ 50 itérations sur cet exemple.

Architecture

Basé sur l'article de Boutillon et. al. « Decoder-first code design », ISTC, Brest, sept.2000

- ❑ P bancs mémoires stockant les $Z_n^{(i-1)}$ et calculant les $Z_n^{(i)}$ par accumulation
- ❑ P processeurs de parité (PCP) travaillant en parallèle
- ❑ Réseaux de permutations entre bancs mémoires et PCP.



❑ Processeur de parité:

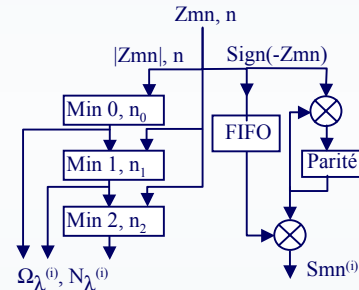
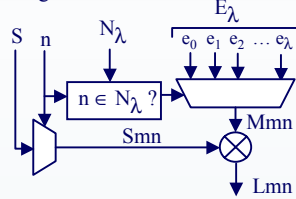
Les M équations de parités sont traitées par P processeurs de parité en Q fois. Chaque processeur comporte 2 blocs synthèse et un bloc de pré-traitement.

✓ Pre-traitement:

- Calcul des signe et de la parité.
- Tri des λ plus faible modules.

✓ Synthèse:

Générer chaque information extrinsèque à partir des $\lambda+1$ messages calculés par l'algorithme λ -min.



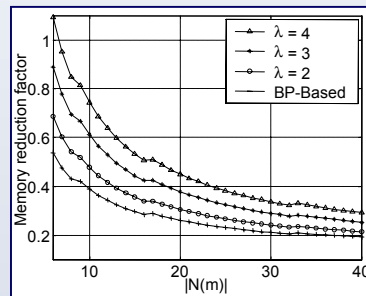
Compression de la mémoire:

Le rapport entre la quantité de mémoire nécessaire au stockage des informations extrinsèques pour l'algorithme λ -min et pour l'algorithme BP est donné par :

$$\frac{(\lambda+1)N_b + \lambda \log_2 |N(m)| + |N(m)| + 1}{(N_b+1)|N(m)|}$$

Résultats du calcul des E_λ λ index de $N_\lambda(m)$ Signes des extrinsèques

Résultats du calcul de l'algorithme BP : $|N(m)|$ valeurs différentes codés sur N_b+1 bits



Les nombres sont codés sur N_b+1 bits : N_b pour leur module et 1 pour leur signe.

Le graphe ci-contre est tracé avec $N_b = 5$.

Pour $|N(m)|=20$ et $\lambda=3$, l'algorithme λ -Min permet d'économiser jusqu'à 60 % de la mémoire utilisée dans un décodeur classique.

