

Construction et optimisation de codes polaires multi-niveaux

Malek Ellouze

Laboratoire IMS

1 Contexte

Les codes polaires doivent leur succès à une structure régulière et récursive ainsi qu'à leurs performances théoriques asymptotiquement optimales. Une dizaine d'années de recherche a permis d'aboutir à différentes méthodes de construction de codes polaires ainsi qu'à la définition de décodeurs toujours plus performants et moins complexes. Cependant, de nombreuses voies de recherche ne sont encore que partiellement explorées dont les études visant à réduire la complexité de décodage des décodeurs associés aux codes polaires.

2 Travaux et résultats obtenus

Les codes polaires sont la première famille de codes à atteindre de manière prouvée la capacité symétrique des canaux discrets sans mémoire à entrée binaire en utilisant le décodeur à annulation successive (SC). Cependant, pour des longueurs de code modérées, les canaux équivalents ne sont que partiellement polarisés et le décodeur SC est peu performant. Les performances du décodeur SCL sont similaires à celles du décodage par maximum de vraisemblance (ML) pour des rapports signal/bruit (SNR) élevés mais au prix d'une complexité calculatoire et une latence d'exécution plus élevée.

Durant la première année de thèse, une méthode de réduction de liste qui "adapte" la réduction de la taille de la liste a été étudiée. L'adaptation de la liste est définie de manière statique de sorte que la réduction de la complexité ne dépende pas du SNR et soit constante pour tout mot de code décodé. Le décodeur SCL sur mesure (T-SCL) réduit le nombre de fractionnements de chemins de 35% à 45% selon le code polaire considéré. De plus, il conserve des performances de décodage de l'algorithme SCL.

Nous proposons une simplification de l'algorithme de décodage SCL dans lequel la fin de l'arbre de décodage de la séquence est décodée avec un décodage SC. Plus précisément, à partir d'un certain indice, les métriques des chemins ne sont plus mises à jour, et le processus de tri des métriques est supprimé.

Des simulations Monte Carlo du taux d'erreur ont été effectuées sur six codes polaires sélectionnés. Les résultats de performance de décodage ont confirmé que l'algorithme T-SCL a des performances très proches de l'algorithme SCL.

3 Travaux futurs

Une des principales améliorations de ce travail consiste dans l'heuristique utilisée pour déterminer exactement la localisation de la position à partir de laquelle le SC est applicable. En effet, ce choix est selon nous sous optimal.

4 Conclusion et perspectives

L'algorithme T-SCL qui constitue la première contribution dans les travaux de thèse a été l'objet d'une publication scientifique intitulée : "Tailored List Decoding of Polar Codes". Cet article a été présenté lors de la conférence internationale IEEE ISTC 2021.

Des améliorations de la manière dont cette problématique a été abordée sont en cours d'étude. D'autres pistes de recherche concernant principalement le codage multi-niveaux sont également prévues durant les prochains mois.