

Étude de codes courts pour des applications 5G URLLC

Alexandre VALADE, Christophe JÉGO, Camille LEROUX, Romain TAJAN

Laboratoire IMS

La deuxième génération de réseaux mobiles (2G) marque l'introduction des communications numériques dans les réseaux mobiles. Une fonction de ces communications numériques est le code correcteur d'erreur, qui permet d'améliorer la fiabilité de la communication, au prix d'un rendement plus faible. L'implémentation des étapes d'encodage et de décodage associées à cette fonctionnalité est considérée comme la plus coûteuse, en énergie comme en latence, de l'étage numérique. Le décodeur du récepteur introduit, en particulier, une latence importante. Un des objectifs de la cinquième génération de réseaux mobiles (5G), nommé Ultra Reliable Low Latency Communication (URLLC), est de réduire l'empreinte associée au code correcteur d'erreur.

Les travaux de recherche actuels tentent de définir un couple encodeur/décodeur qui permette une transmission des données la plus fiable possible, sans introduire une latence trop importante. En particulier, les objectifs fixés sont d'atteindre une latence de communication de 1 à 10ms, pour un taux d'erreur inférieur à 10^{-9} (une erreur par milliard de trames). Dans un contexte URLLC, la taille des trames visée est particulièrement petite, avec des trames d'une centaine de bits maximum, contre plusieurs milliers dans les standards habituels.

Dans le cadre de cette thèse, on s'intéresse particulièrement à une méthode d'encodage concaténé introduite en 2023 par Richard D. Wesel[2]. Une particularité de cette méthode est que l'encodeur externe ne réalise pas de correction d'erreur. Il sert à optimiser les performances du code interne. Cet encodeur externe est nommé "Fonction d'Expurgation Linéaire" (ELF) car il agit sur les plus petits motifs d'erreur afin de s'en prémunir. Il permet aussi de faciliter le travail du décodeur en réduisant l'espace des mots de code possibles.

Plusieurs méthodes de décodage pour les codes ELF sont explorées dans cette thèse, comme le décodage par l'algorithme de Viterbi avec liste, proposé initialement par Richard D. Wesel en 2023. Cet algorithme a pour principal avantage d'atteindre la limite théorique en terme de taux d'erreur pour des codes ELF. L'usage de cet algorithme de décodage permet d'obtenir en moyenne une très faible latence, au prix d'un pire cas potentiellement désastreux. Notre objectif est de trouver un décodeur ayant le meilleur compromis taux d'erreur/latence, avec une complexité du pire cas plus favorable sans trop impacter la capacité de décodage.

Toutes les simulations réalisées dans le cadre de cette thèse s'appuient sur la bibliothèque AFF3CT[1], développée au sein du laboratoire IMS en partenariat avec l'équipe STORM de l'INRIA.

Références

- [1] A. CASSAGNE et al. « AFF3CT : A Fast Forward Error Correction Toolbox! » In : *Elsevier SoftwareX* 10 (oct. 2019), p. 100345. ISSN : 2352-7110. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.softx.2019.100345>. URL : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352711019300457>.
- [2] Richard WESEL et al. *ELF Codes : Concatenated Codes with an Expurgating Linear Function as the Outer Code*. arXiv :2306.07467 [cs, math]. Août 2023. DOI : 10.48550/arXiv.2306.07467. URL : <http://arxiv.org/abs/2306.07467> (visité le 09/10/2023).