

Exploration, simulation des algorithmes parallèles de traitements numériques des futurs standards de communication.

Direction : Denis Barthou

L'objectif du projet est de mettre au point des nouveaux algorithmes parallèles capables de répondre aux besoins des usages des futurs standards de télécommunication (comme la 5G). Les méthodes actuelles, implémentées en matériel, ne permettent pas de répondre aux exigences de flexibilité des futurs standards. L'exploration de nouveaux algorithmes et de leurs paramètres est par ailleurs peu compatible avec une implémentation efficace des algorithmes en matériel.

L'enjeu est donc de développer des algorithmes et des implémentations logicielles parallèles qui soient efficaces pour une variété d'usages et de conditions d'utilisations, sur des architectures correspondant à du matériel embarqué, ainsi que de certifier les qualités numériques de ces algorithmes par le biais de la simulation numérique. La thèse proposée, qui se situe entre les domaines de l'électronique et de l'informatique, aura pour objet d'étudier ces algorithmes numériques ainsi que la conception de méthode de génération de code, sous la forme d'une bibliothèque ou d'un langage spécifique à ce domaine de traitement du signal.

Les outils résultants auront vocation à être utilisés par la communauté du domaine applicatif et servir de référence afin de permettre l'expression de nouveaux algorithmes et leur évaluation rapide, en termes de qualité numérique, de performance et de consommation énergétique.

- La première partie de la thèse consistera à étudier les algorithmes de traitement en bande de base dans les chaînes de communications du futur. Cela inclut notamment : les techniques de démodulations (linéaire et non-linéaire), l'égalisation, les traitements multi-antennes, la cryptographie. Il faudra notamment extraire de cette première étude une analyse du parallélisme dans les algorithmes considérés et adapter ce parallélisme, explorer les variantes possibles pour les architectures de supercalculateurs (pour la simulation) et pour l'embarqué.
- Dans un deuxième temps, les techniques de génération de codes éprouvées sur le codage canal pourront être transposées pour adresser les autres traitements de la chaîne. La réalisation de bibliothèques ou d'un langage spécifique au domaine permettant la génération de code parallèle efficace pour ces familles d'algorithmes sera l'un des objectifs essentiels de cette fin de thèse. La mise au point de nouvelles techniques de génération de code, d'optimisation statique ou dynamique seront envisagées.

[1] An Efficient, Portable and Generic Library for Successive Cancellation Decoding of Polar Codes. Adrien Cassagne, Bertrand Le Gal, Camille Leroux, Olivier Aumage, and Denis Barthou. In Intl. Workshop on Languages and Compilers for Parallel Computing (LCPC), Lect. Notes in Computer Science, Raleigh, NC, US, September 2015. Springer-Verlag.

[2] Multi-gb/s software decoding of polar codes. Le Gal, B., Leroux, C., Jego. IEEE Transactions on Signal Processing 63(2), 349–359 (Jan 2015)

[3] Hydra: Automatic algorithm exploration from linear algebra equations. Alexandre X. Duchateau, David Padua, and Denis Barthou. In ACM/IEEE Intl. Symp. on Code Optimization and Generation (CGO), pages 1-10, Shenzhen, China, February 2013. IEEE Computer Society.

[4] Exploring and Evaluating Array Layout Restructuration for SIMDization. Christopher Haine, Olivier Aumage, and Denis Barthou. In Intl. Workshop on Languages and Compilers for Parallel Computing (LCPC), volume 8967 of Lect. Notes in Computer Science, pages 351-366, Hillsboro, OR, US, September 2014. Springer-Verlag.