

PhD thesis: Programmable wireless radio for long-life communications.

Olivier BERDER, Matthieu GAUTIER, Robin GERZAGUET
 Univ Rennes, IRISA, GRANIT Team

1 Contexte de la thèse

La Radio Logicielle (Software Defined Radio ou SDR) est une technologie de communication sans fil qui se distingue par sa capacité à définir et à manipuler les paramètres radio via des logiciels, plutôt que par des composants électroniques traditionnels. Le concept a été introduit au début des années 90 [Mit92]. Ses avantages résident principalement dans sa flexibilité, permettant une adaptation rapide aux besoins changeants des communications (bande passante, fréquence porteuse, tâche de traitement du signal réalisé). La SDR offre ainsi la possibilité d'améliorer ses performances au fil du temps grâce à des mises à jour logicielles, en faisant ainsi une solution extrêmement évolutive [MBGB22].

Dans cadre des futures normes de communication, il est fondamental de pouvoir garantir une adaptabilité et une longue durée de vie des systèmes déployées. Les prochaines générations de normes sans fil passeront de spécifications statiques des émetteurs-récepteurs à un apprentissage de bout en bout [AAH22], afin de s'adapter à leur environnement. Cette adaptabilité à l'environnement permettra aux régulateurs et aux industriels de proposer des systèmes utilisant efficacement les ressources radio-fréquences en réduisant l'encombrement du réseau. Un obstacle aujourd'hui est la capacité qu'ont ces réseaux de pouvoir être mis à jour à distance et des solutions logicielles couplant Réseaux logiciels (Software Defined Networks) [KRV⁺15, CH] et Radios logicielles permettent d'envisager d'avoir des réseaux reconfigurables de bout en bout, permettant de modifier les services, on parlera d'évolution intra-génération, voire de profondément faire évoluer le standard [KVVK], évolution inter-génération. Ces réseaux sans fil entièrement programmables doivent permettre une flexibilité ultime avec la reconfiguration de la suite de protocoles au moment de l'exécution au déploiement de toutes les technologies sans fil futures sur la même infrastructure. C'est l'objectif du projet collaboratif PERENNE dans lequel s'inscrit cette thèse.

2 Objectifs de la thèse

L'objectif de cette thèse est donc de tirer parti du paradigme *Software-defined* (i.e. SDN et SDR [CSR]) et se focalise sur la conception d'une radio programmable, évolutive, consciente de son environnement et de son énergie. Plus précisément, le doctorant travaillera sur les tâches suivantes :

- Radio programmable faible consommation : proposer une architecture de radio logicielle avec des ressources de calcul logicielles embarquées voire mixtes (avec des accélérateurs de calcul) ainsi que le flot de prototypage associé. Cette architecture devra être flexible afin d'explorer le compromis consommation d'énergie, capacité de calcul et programmabilité. Le choix se portera sur une SDR de l'état de l'art (ADALM-Pluto, E310, ...) ou sur une architecture spécifique (e.g. en combinant Raspberry et tête radio). Une modélisation paramétrique de cette architecture permettra une optimisation des évolutions intra- et inter-génération des standards en fonction des ressources.
- SDR intelligente : mettre en œuvre des algorithmes et protocoles afin que le dispositif soit capable d'analyser son environnement et d'avoir une communication de contrôle avec le SDN. L'analyse couvre à la fois les propriétés du dispositif (ressources matérielles/logicielles, nombre d'antennes, gestionnaire d'énergie, ...) et la partie propagation (niveau d'interférence, bandes disponibles, ...). Le protocole de contrôle devra être fiable et s'appuiera soit sur des ressources existantes ou sur un canal dédié.
- La mise en œuvre pratique de ces évolutions : au travers d'un cas d'étude simple (par exemple, l'évolution de IEEE 802.15.4 vers IEEE 802.11), les mécanismes de re-programmation à distance du dispositif doivent être mis en place. Des vérifications d'authentification, de sûreté de fonctionnement et maintenance doivent permettre afin d'assurer la pérennité du dispositif.

L'ensemble de ces pistes s'inscrivent dans le projet collaboratif PERENNE et feront l'objet de discussions et de collaborations croisées pendant toute la durée de la thèse.

3 Compétences

Titulaire d'un diplôme de master ou d'un diplôme d'ingénieur, vous avez d'excellentes compétences en systèmes embarqués, en linux, en traitement numérique du signal et en télécommunications. Vous avez une forte appétence pour la recherche et vous savez mener une démarche de recherche scientifique.

4 Informations et contacts

La thèse se déroule dans l'équipe GRANIT du laboratoire IRISA.

Olivier Berder		olivier.berder@irisa.fr
Matthieu Gautier		matthieu.gautier@irisa.fr
Robin Gerzagnet		robin.gerzagnet@irisa.fr

References

- [AAH22] Fayçal Ait Aoudia and Jakob Hoydis. End-to-End Learning for OFDM: From Neural Receivers to Pilotless Communication. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 21(2):1049–1063, 2022.
- [CH] Claude Chaudet and Yoram Haddad. Wireless Software Defined Networks: Challenges and opportunities. In *2013 IEEE International Conference on Microwaves, Communications, Antennas and Electronic Systems (COMCAS 2013)*, pages 1–5. IEEE.
- [CSR] Beiran Chen, Frank Slyne, and Marco Ruffini. Energy Efficient SDN and SDR Joint Adaptation of CPU Utilization Based on Experimental Data Analytics. In <http://arxiv.org/abs/2302.01558>.
- [KRV⁺15] Diego Kreutz, Fernando M. V. Ramos, Paulo Esteves Veríssimo, Christian Esteve Rothenberg, Siamak Azodolmolky, and Steve Uhlig. Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey. *Proceedings of the IEEE*, 103(1):14–76, 2015.
- [KVVVK] Dimitrios Kafetzis, Spyridon Vassilaras, Georgios Vardoulas, and Iordanis Koutsopoulos. *IEEE Access*.
- [MBGB22] Dereje M. Molla, Hakim Badis, Laurent George, and Marion Berbineau. Software Defined Radio Platforms for Wireless Technologies. *IEEE Access*, 10:26203–26229, 2022.
- [Mit92] J. Mitola. Software radios-survey, critical evaluation and future directions. In *[Proceedings] NTC-92: National Telesystems Conference*, pages 13/15–13/23, 1992.