

« Décodeurs non-binaires simplifiés »

Encadrants: Emmanuel Boutillon, Professeur, Lab-STICC (UMR CNRS 8265), Université Bretagne Sud, Lorient, France web site: <http://www-labsticc.univ-ubs.fr/~boutillon/anglais.html>.

Bertrand Le Gal, MdC, IMS (UMR CNRS 5218), IPB/ENSEIRB-MATMECA (Bordeaux, France). Web site: <http://legal.vvv.enseirb-matmeca.fr/research.html>

Mots clefs : IoT, communication, hardware/software implementation, algorithm design, error control code.

Période: Octobre 2023-Septembre 2026

Contexte: Dans le projet ANR QCSP (voir <https://qcsp.univ-ubs.fr>), l'UBS et l'IMS ont commencé à développer une solution matérielle pour la réception temps réel de trames particulière adaptée à la transmission de paquet courts. Ces trames, appelées "Quasi Cyclic Short Packet" (QCSP), de par leurs caractéristiques, répondent aux enjeux des réseaux massifs internet des objets (réseaux caractérisés par une myriade de capteurs émettant sporadiquement des paquets très courts. Ce projet a donné lieu à 4 brevets, une revue IEEE transactions et 6 conférences internationale (voir annexe). Les trames QCSP ont la particularité de ne pas avoir de séquence d'apprentissage pour aider les opérations de détection et de synchronisation au niveau du récepteur. Cette absence de préambule se traduit par une bien meilleure utilisation des ressources spectrales quand les paquets sont de petites tailles, ce qui est le cas des messages transmis par les réseaux de capteurs. Toutefois, cette absence de préambule rend la tâche de détection et de synchronisation plus complexe au niveau du récepteur. Une solution très efficace pour la synchronisation est de s'aider des informations fournis par le code correcteurs non-binaire. Celui-ci devient alors un élément clef de la chaîne de réception et son implémentation à bas cout nécessite de revisiter les algorithmes de décodage. Une question ouverte est donc de trouver le meilleurs couple code non binaire (LDPC, polaire ou Turbo) et son implémentation matérielle associée permettant de trouver le meilleur compromis performance complexité. L'objectif de cette thèse est d'étudier de nouvelles versions algorithmiques et les architectures associées de décodeur non binaire simplifié. En particulier, il est prévu d'étudier les performances d'algorithmes de décodage non-binaire de type « symbol-flipping » et de voir comment de tels algorithmes impacteraient les performances globales du récepteur.

Références :

Emmanuel Boutillon, Joseph Jabour, Cédric Marchand, "A method for decoding a codeword encoded using a non-binary code, corresponding deice and computer program". Brevet Européen n° EP21306162, 27/08/2021 (Université Bretagne Sud).

Emmanuel Boutillon, Kassem Saeid, "A method for a transmitter to transmit a signal to a receiver in a communication system, and corresponding receiving method, transmitter, receiver and computer program", Brevet Européen n°EP21306419, 08/10/2021 (Université Bretagne Sud). Valentin Savin, Emmanuel Boutillon " Procédés et dispositifs de transmission et de réception de mots de code correcteur d'erreur non binaire", Brevet Français n°FR2114336, 23/12/2021 (CEA). Emmanuel

Boutillon, Cédric Marchand " Procédé de génération d'un signal, procédé de construction d'une séquence de base, ", Brevet Français, 02/02/2023 (Université de Bretagne Sud). Short Frame Transmission at Very Low SNR by Associating CSSK Modulation with NB-Code, Kassem Saied, Ali

Chamas Al Ghouwayel, E. Boutillon, in IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 21, no. 9, pp. 7194-7206, Sept. 2022. "Implémentations logicielles et matérielles efficaces d'une chaîne de communications QCSP",

Camille Monière, Bertrand Le Gal, Emmanuel Boutillon, Conférence francophone d'informatique en Parallélisme, Architecture et Système, compAS'2022, Jul 2022, Amiens, France. "Phase Synchronization for Non-Binary Coded CCSK Short Frames",

Kassem Saied, Ali Al Ghouwayel, Emmanuel Boutillon, IEEE 95th Vehicular Technology Conference: (VTC2022), IEEE, Jun 2022, Helsinki, Finland. "Time sliding window for the detection of CCSK frames",

Camille Monière, Kassem Saied, Bertrand Le Gal, E. Boutillon, IEEE Workshop on Signal Processing Systems (SiPS'2021), Oct 2021, Combría, Portugal. "Time-Synchronization of CCSK Short Frames",

Kassem Saied, Ali Ghouwayel, E. Boutillon, 17th International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob'2021), Oct 2021, Bologna, Italy "The Best, The Requested, and The Default Non-Binary LDPC Decoding Algorithm",

Joseph Jabour, Cédric Marchand, Emmanuel Boutillon, IEEE 11th International Symposium on Topics in Coding (ISTC 2021), Aug 2021, Montréal, Canada "Rate-adaptive Inner Code for Non-Binary Decoders", Cédric Marchand, Emmanuel Boutillon, IEEE 11th International Symposium on Topics in Coding, Aug 2021, Montreal, Canada.

Location: The PhD will be done in the laboratory Lab-STICC (), Université Bretagne Sud, in the town of Lorient (see here for more information).

Salary: The PhD student will receive a salary greater than 2000 euros/month. It also include social security.

Candidate requirement: the candidate should have a **solid background in software and hardware implementation**. Notions of signal processing and some mathematical skills is also a plus. Finally, the candidate should be able to speak and write in English (note: speaking French is not mandatory).

Contact: Interested students should send an email at Emmanuel.boutillon@univ-ubs.fr and bertrand.legal@bordeaux-inp.fr.