

Réseau mixte / décodage de canal sur les réseaux sans fil

Par : Xuan-Thang VU

1. Introduction

La communication sans fil est devenue de plus en plus importante dans notre vie moderne. Avec le développement de la technologie et la demande croissante de taux pour les applications sans fil, aujourd'hui des terminaux sans fil fournissent non seulement une connexion vocale classique, mais également des services de données volumineux. Par exemple, un téléphone intelligent peut supporter un appel vidéo ou peut fournir la météo, les informations boursières à tout moment, n'importe où. Cela nécessite que des liaisons sans fil à haut débit fournissent une grande fiabilité et la plus grande couverture. La coopération est une technique efficace pour satisfaire à ces exigences. La forme de coopération la plus notable a été introduite par [Meulen1971] en tant que le canal de relais à trois nœuds qui se compose d'une source, une destination et un nœud de relais. La destination reçoit le signal de la source et le relais, puis les combine pour décoder les données de base. Etant donné que les canaux de source-relais et relais-destination sont potentiellement indépendants de la liaison source-destination, la destination est capable de décoder les données de la source, même lorsque la liaison directe source-destination est très médiocre. Ainsi la coopération offre une meilleure couverture et la fiabilité (gain de diversité).

Cooperative Relaying

Depuis son introduction en [Meulen1971], le canal de relais a gagné beaucoup d'attention, en particulier dans le domaine de la théorie de l'information. Dans [Cover1979], les limites de capacité et deux stratégies de relayage fondamentales nommées Décode-et-Transfert (DF) et Comprime-et-Transfert (FC) ont été étudiées pour le réseau de relais à trois nœuds. Dans le premier cas, le relais décode le signal de la source et l'envoie à la destination. Dans le dernier cas, le relais transmet une version estimée (ou quantifiée) du signal observé fondé sur l'idée de codage de source avec des informations latérales [Wyner1975]. Les limites de la capacité des deux schémas de relayée ont été obtenues pour les deux canaux de relais dégradés et inversement dégradés. Dans [Madsen2005], des bornes inférieures et des limites supérieures de la capacité de coupure ont été calculées pour la chaîne de relais à trois nœuds dans un environnement fading. Une autre technique de relayée nommé amplification et transfert (AF), dans laquelle le relais retransmet simplement le signal de la source à la destination, a été analysée dans [Nabar2004, Madsen2005, Gamal2005, Liang2005, Gamal2006]. Comme pour les réseaux de relais multiples, dans lesquels plus d'un relais aide une source à communiquer avec la destination, la capacité et la région de taux réalisables ont été calculées pour les relayée DF et CF dans [Dana2006]. En outre, de divers systèmes de

codage sont également proposés et caractérisés notamment la répétition de codage [Nosratinia2004, Hunter2006] et l'espace-temps de codage [Janani2004]. Le canal de relais à accès multiple (Multiple-Access Relay Channel -MARC), qui se compose de plusieurs sources et une destination unique, a été largement étudié en tant qu'extension des canaux de relais. Parmi ceux-ci, les régions de taux de MARC avec DF et AF ont été obtenues dans [Kramer2005, Kramer2000, Sankaranarayanan2004] et les limites de capacité ont été étudiées dans [Deqiang2008]. Les résultats récents sur les limites de la capacité et des régions de taux pour les canaux de relais de diffusion (BRC) [Kramer2005, Liang2007] et pour les canaux de relais à deux voies (TWRC) avec semi-duplex et full-duplex ont été étudiés, fournissant un aperçu sur les avantages potentiels de la relayée coopérative.

Network Coding

Dans les réseaux sans fil à sources multiples, les techniques classiques nécessitent que chaque relais aide chaque source en utilisant des tranches de temps orthogonaux, ce qui entraîne une importante perte en efficacité spectrale. Afin d'améliorer le rendement du système, un relais peut desservir plusieurs sources simultanément à l'aide du codage de réseau (NC). NC a été introduit en théorie de l'information par Yeung et al. [Ahlsvede2000] et a suscité un vif intérêt de la communauté pour les deux parties théoriques et pratiques. Contrairement à la technique de routage classique, dans lequel les nœuds intermédiaires stockent simplement et transmettent des paquets, NC permet aux nœuds intermédiaires d'opérer sur les données reçues: les paquets d'entrée peuvent être combinés linéairement sur une ou plusieurs nouveaux paquets. Les ressources en terme de puissance et l'efficacité de la bande passante et la robustesse aux changements de topologie du réseau sont quelques-uns des avantages potentiels de la NC plus technique de routage classique [Ho2003]. Il a été montré dans [Ahlsvede2000] que l'utilisation de NC pourrait atteindre la capacité flot-max/coupe-min dans le cas de multidiffusion où une source envoie des données à de multiples récepteurs. Les auteurs de [Koetter2003, Jaggi2005] généralisent ces résultats à tout type de réseaux utilisant un cadre algébrique qui établit un lien très utile entre un problème NC et la solution des équations polynomiales. Cependant, ces solutions nécessitent une connaissance complète de l'ensemble du réseau, ce qui n'est en général pas disponible. Le réseau de codification aléatoire (RNC) a été introduit pour surmonter ce problème. Dans le RNC, le procédé de codage de réseau et des nœuds intermédiaires est effectué de manière aléatoire et indépendante [Ho2003, 2006]. Il a été montré dans [Ho2006] que le RNC peut atteindre asymptotiquement la capacité maximale avec une longueur de mot de code suffisamment longue. D'autres contributions dans [Ho2004, Barros2006, Zhang2006] ont démontré les avantages du RNC sur un réseau de sources corrélées. Récemment, un schéma décentralisé a été proposé par les auteurs dans [Chou2003, Katti2008], permettant aux principes de codage de réseau à être effectués dans les réseaux pratiques. L'idée de cette solution est de laisser les routeurs ajouter devant les paquets de données le vecteur de codage de réseau global de

sorte que la destination peut complètement décoder à partir des paquets reçus eux-mêmes. Ces schémas NC jusqu'ici sont basés sur le numérique NC et les canaux orthogonaux dans lesquels le relais décode puis applique NC sur les messages de source individuels. Une autre possibilité d'appliquer NC basée sur la propriété de diffusion de canaux sans fil a été développée pour la TWRC [Zhang2006, Popovski2006, Katti2007, Nazer2006], qui est connu sous le nom du Codage de réseau à couche physique (PNC) ou du Codage de réseau analogique (ANC). Dans ANC, le relais reçoit des signaux provenant des sources. Contrairement au NC numérique, qui considère l'interférence comme un signal destructif, l'ANC prend avantage de l'interférence. Au lieu de décoder un message de source individuel, ANC récupère seulement une combinaison des signaux de source. En général, l'ANC peut être considérée comme un cas particulier du protocole Calculer et Forwarder (CDF) [Nazer2007, Wilson2010] qui est généralement utilisé avec le décodage en treillis [Duc2010, Castro2012, Liu2012]. Par rapport au NC numérique, l'ANC en résulte une meilleure efficacité spectrale. Cependant, la synchronisation de temps peut être difficile dans l'ANC.

Problem Formulation and Contributions

En dehors de nombreux avantages potentiels de NC plus technique de routage classique, NC n'est pas sans limite. Lorsqu'il est appliqué à des réseaux bruyants (par exemple les réseaux sans fil), NC est contestée par un problème fondamental appelé la propagation d'erreur : En raison de paquet combinant les opérations au niveau des nœuds intermédiaires, l'injection d'un seul paquet corrompu peut rendre impossible la démodulation des paquets à la destination. La propagation d'erreur peut conduire à une dégradation significative de la diversité et du gain de codage. Dans le but de réduire l'impact de la propagation d'erreur, la Décodage de canal et de réseau mixte (JNCD) a gagné beaucoup d'attention. JNCD a été introduit dans [Hausl2005, Hausl2006] pour le MARC, dans lequel un décodeur sous forme de turbo distribué est proposé. L'idée centrale derrière JNCD est l'exploitation de la redondance inhérente des codes de réseau et de canal. Cependant, ces résultats supposent que seuls des paquets corrects sont transmises par le relais à la destination. Même dans certaines topologies typiques où le relais est très près de la source, il ya encore quelques erreurs introduites par le canal source-relais car le code de canal n'est jamais parfait. Du point de vue du gain de diversité, cette solution n'est pas optimale. Afin d'assurer pleinement la diversité, le Codage de canal et de réseau mixte (JNCC) a récemment été proposé dans [Duyck201] pour les codes LDPC. Toutefois, les liaisons source-relais sans erreur sont supposées influent sur l'analyse de la performance. Les auteurs de [Xiaoyan2010] a proposé un algorithme de JNCD utilisant un message à fenêtre glissante passant algorithme pour MARC demi-orthogonal. Dans [Hatefi2013], les algorithmes JNCD ont été étudiés pour de différents canaux non-orthogonaux pour le MARC. Autres solutions relatives à la propagation d'erreur comprennent le relayée doux [Yonghui2006, Weitkemper2008, Sneesens2005]. En relayée doux, le relais ne prend aucune décision difficile des signaux d'entrée. Au lieu de cela, le relais calcule le rapport

de vraisemblance logarithmique (LLR) des bits codés de réseau et les ré-encode en utilisant un encodeur doux. Le relais transmet ensuite bits doux codés à la destination. L'inconvénient de cette méthode est qu'elle nécessite une grande complexité de calcul à l'équipement, ainsi que d'une large bande passante car les valeurs douces sont transmises à la destination au lieu d'estimations binaires. Une autre stratégie est le relayage basé sur un seuil [Al-Habian2009, Sinh2010, Ying2010] où seulement les bits décodés avec la fiabilité supérieure à un seuil donné sont renvoyés vers la destination. La transmission opportuniste, qui est connue comme la sélection du relais (RS), est également utile pour lutter contre la propagation d'erreur [Bletsas2006]. Le relayage opportuniste prend avantage de nombreux nœuds de relais potentiels dans le réseau. Le relais avec la meilleure liaison de bout à bout est choisi pour transmettre les données reçues à la destination. D'autres contributions à la performance et les avantages de RS réalisables ont été rapportés dans [Yonghui2010, Jing2009, Peng2008].

Il est bien connu que le relayage tenant compte de l'erreur offre de meilleures performances que les protocoles de relayage ignorant l'erreur. L'idée est que, si la destination a accès à l'Information d'état de canal (CSI) des liens source-relais, il peut exploiter pour contrer le problème de la propagation des erreurs. Il a été montré dans [Ming2009, Marco2013] que les récepteurs tenant compte du canal peuvent améliorer sensiblement les performances de NC. Cependant, aucun codage de canal n'est considéré dans [Ming2009, Marco2013]. Autres modèles tenant compte du canal ont été proposés pour un décodeur turbo comme [Sneessens2008] et pour systèmes à entrées multiples sorties multiples (MIMO) [Lee2009]. Une approche similaire a été proposée dans [Yune2011] sans effectuer le décodage de canal au niveau du relais.

Dans cette thèse, nous nous concentrons sur trois réseaux de coopération comme représenté sur la figure 1 : i) les réseaux de relais ; ii) MARC qui se compose d'un seul relais et iii) canaux à accès multiple et relais multiples (MAMRC). Le système considéré fonctionne en mode orthogonal afin d'éviter l'interférence d'accès multiple sur le côté du récepteur. Pour MAMRC, afin d'améliorer l'efficacité du spectre, nous considérons le relayage opportuniste à la fois avec la sélection de relais simple (SRS) et Sélection de relais multiples (MRS). La contribution et l'organisation de la thèse sont les suivants.

Dans le chapitre 2, nous examinons les quatre nœuds MARC dans lequel deux nœuds de source essaient de communiquer avec une seule destination à l'aide d'un relais. Le relais peut fonctionner soit en mode DF ou DMF. Contrairement à [SinhLeHong2010], dans lequel seul le relais est activé s'il décode avec succès les messages de source, le relais dans notre modèle toujours transmet le signal estimé, en plus du CSI source - relais à la destination. Nous avons proposé deux Décodages de canal et de réseau itératif (JNCD) des algorithmes. Le premier algorithme du JNCD est développé sur la base de l'idée du décodage turbo distribué: les décodeurs de canal, qui décodent chaque signal reçu à partir des sources et relais, échangent des informations avec le décodeur de réseau. Le décodage de réseau dans le premier

algorithme est effectué sur des bits d'information. Le second algorithme du JNCD est dérivé grâce à la probabilité linéaire du codage de réseau : le codage de réseau sur des bits d'information peut être considéré comme codage de réseau sur les bits codés. En conséquence, cet algorithme n'a pas besoin d'appliquer un décodage de canal sur le signal relayé, ce qui conduit l'algorithme d'être moins complexe. En outre, nous étudions l'impact du CSI imparfait à la destination et proposons un mécanisme pratique qui quantifie la CSI source-relais et transmet à la destination.

Dans le chapitre 3, nous proposons un nouvel algorithme de JNCD, qui est appelé JNCD près optimale (NO- JNCD) pour le MARC. La nouvelle proposition se rapproche de la conception de décodeur optimal et permet d'analyser la performance du système. L'idée principale derrière cette conception est de considérer le signal relayé dans le cadre d'un code superbe dont les treillis se composent de tous les états possibles de code individuel aux sources. De cette façon, le signal relayé est traité comme une parité supplémentaire (redondance) au code superbe et le décodage de réseau et de décodage de canal sont impliqués dans un processus. La borne supérieure et la forme fermée de BER asymptotique sont issues de toutes les sources. Par conséquent, le gain de codage et le gain de diversité sont fournis.

Dans le chapitre 4, nous étudions la coopération de codage de réseau (CCN) dans les réseaux à relais multiples. Afin d'améliorer l'efficacité spectrale, le RS peut être utilisé conjointement avec NC. Dans de tels scénarios, nous montrons que, pour les chaînes d'évanouissement de blocs quasi - statiques, l'utilisation du NC avec RS n'exploite pas le gain de diversité plein potentiel (qui vient de relais disponibles), à moins que le nombre de relais sélectionnés dépasse le nombre de sources. Pour SRS, le gain de diversité n'a d'égal que l'ordre de la diversité de la communication non - coopérative (communication point-à-point), même si le nombre total de relais va à l'infini.

Dans le chapitre 5, nous vous proposons un nouveau protocole de relais nommé derelayage partiel pour les réseaux de relais. Afin d'améliorer l'efficacité du spectre, le relais peut transmettre une partie du mot de code estimé à la destination lors de la phase de coopération. Tout d'abord, nous développons la borne supérieure BER du schéma proposé. La borne supérieure montre que le gain de diversité dépend à la fois de la quantité d'informations que le relais transmet et la distance minimale du code de canal. Plus d'information transmise, meilleur le gain de diversité, et plus fort le code (plus grande la distance minimale) meilleur le gain de diversité. Fait intéressant, avec un code de canal fort, le système proposé pourrait réaliser un gain de diversité complète tout en offrant une plus grande efficacité du spectre que le relayée classique dans la région de SNR fini (qui est généralement SNR fonctionnant dans les réseaux pratiques). Deuxièmement, nous développons un critère basé sur la borne supérieure BER liée à la conception du réseau de relais qui réalise simultanément un gain de diversité complète et améliore l'efficacité du

spectre du système dans la région SNR d'intérêt. Lorsqu'il est appliqué aux réseaux à relais multiples et de sources multiples, nous proposons un schéma Diversity-Achieving Cooperative Protocol original basé sur le relayée partiel et la sélection de relais. Le système proposé montre une amélioration significative des performances sur Network-Coded Cooperative Protocol dans certaines circonstances. Enfin, le chapitre 6 conclut la thèse et apporte quelques discussions et les travaux futurs.

2. Iterative Network/Channel decoding for MARC

Dans ce chapitre, nous avons proposé deux itératif Réseau / décodage de canal (JNCD) algorithmes pour le MARC. Algorithmes de JNCD classiques pour MARC soit éviter la transmission de paquets erronés à la destination ou supposent que les paquets sont relayés sans erreur, résultant en une perte de gain ou gain de diversité de codage. En revanche, dans les algorithmes proposés, le relais transmet toujours les paquets estimés ainsi que la source - relais CSI à la destination. L'idée est que, si la destination a accès à des liens CSI source relais, on peut l'exploiter pour contrecarrer le problème de propagation des erreurs. Différentes conceptions de récepteur de canal courant ont été proposées montrant une amélioration significative des performances de NC pour les systèmes non codés [Ming2009] et les systèmes codés canal [Sneessens2008, Lee2009, Yune2011]. Toutes ces solutions supposent que CSI et le décodage probabilité d'erreur sur le relais sont disponibles à la destination, qui pourrait ne pas être le cas dans les systèmes sans fil pratiques. Il est montré dans [Kim2008],[Zhiguo2011] que CSI imparfait peut dégrader considérablement les performances des systèmes coopératifs.

A côté de la nouvelle conception proposition du récepteur, nous étudions l'impact des deux CSI et erreur de décodage probabilité au relais sur la performance de MARC. On suppose que les CSI au niveau des récepteurs est acquis par l'intermédiaire de la transmission de symboles pilotes. La probabilité d'erreur de décodage au relais n'est pas supposé être disponible gratuitement à la destination, mais nous vous proposons un moyen pratique de transmettre une version quantifiée de lui. Nous étudions les performances de deux protocoles de relais de notables : DF relais et relais DMF. Dans le premier cas, le décodage de canal est réalisé à l'avant du relais NC et d'expédition. En revanche, dans le second cas, la démodulation est effectuée uniquement sur le relais. En tant que tel, le DMF a une complexité de calcul de moins de DF, mais il est plus enclin à décoder les erreurs sur le relais. Pour chaque protocole, nous développons une nouvelle chaîne - algorithme du JNCD au courant. Nous montrons que les algorithmes JNCD offrent de meilleures performances que séparé Réseau décodage de canal (SNCD) que si la destination a suffisamment de connaissances de la probabilité d'erreur de décodage au relais. En outre, ce gain sera plus grand que le nombre de blocs d'évanouissement par mot de code augmente. En outre, il est démontré que le nombre de symboles pilotes affecte principalement le gain de codage du système avec un impact négligeable sur l'ordre de diversité, au moins pour la plage de SNR d'intérêt. Enfin, il est

démontré que les erreurs de quantification CSI affectent à la fois un gain de codage et de l'ordre de diversité. En outre, il est démontré que, en général, 3 bits de quantification est suffisante pour relayer DMF et 6 bits de quantification est nécessaire pour DF relais.

3. Near Optimal Joint Network/Channel decoding for MARC

Les algorithmes de décodage itératif proposé dans le chapitre précédent ont un avantage que la complexité de calcul augmente linéairement avec le nombre d'itérations. Malheureusement, l'analyse de la performance de décodage itératif mathématique est en général très difficile, par exemple, le gain et le gain de diversité du codage. Cependant, tout bon système de décodage itératif devrait, en théorie, l'approche de la performance de décodage ML- optimale, qui peuvent servir de référence pour comprendre la meilleure performance possible en évitant des simulations numériques. En outre, bien que l'information soit échangée par le processus itératif, le décodage de canal et le décodage de réseau sont toujours effectués en différentes étapes, qui pourraient ne pas exploiter de manière optimale la redondance inhérente véhiculée par le signal codé de réseau. Dans ce chapitre, nous proposons un nouveau Proche optimale conjoint Réseau/décodage de canal (NO- JNCD) algorithme pour le MARC. L'idée clé de notre proposition est que nous considérons le signal relayé comme un interne redondance des codes de canal plutôt comme une redondance externe, qui est, d'autre part, généralement pris en charge par les algorithmes de décodage itératif. Du point de vue du système, le signal relayé peut être considéré comme un des bits de parité supplémentaires d'un code dont la super- super-treillis contient toutes les combinaisons d'états de treillis simples aux sources. La destination peut alors appliquer l'algorithme de BCJR bien connu sur le code de super pour décoder les données de base. Parce que le décodage du réseau et le décodage de canal sont traitées en une seule étape de décodage du code de super, l'algorithme n - JNCD exploite la redondance réseau codé de manière plus efficace et donne une solution presque optimale.

Nous analysons le gain de codage et le gain de diversité de réseau de codage Coopération avec codage de canal (Coded -NCC). La performance du CCN sans codage (non codé -NCC) canal a été récemment adressée par [Nasri2013, Marco2013] dans lequel BER asymptotique précise a été dérivé de fournir une analyse approfondie de la CCN. En ce qui concerne la CCN avec codage de canal, [Xiaoyan2010, Zheng2012] proposé des algorithmes de décodage itératif pour soit code de convolution ou LowDensityParity Check (LDPC) pour MARC tout [Li2010] enquête sur la TWRC et de codification réseau physique de couche (PNC). Toutefois, ces documents ne fournissent pas les résultats des analyses en raison de la difficulté de caractériser l'information entre les itérations ou grande complexité de code LDPC.

4. Network Coding Cooperation in Multiple-relay Networks

Dans ce chapitre, nous considérons réseau de codage de la coopération (CCN) dans les réseaux multiples relais contexte [Marco2013]. Afin de réduire la perte de vitesse dans les

réseaux de coopération relais multiples, seulement quelques relais communiquer avec la destination, qui est appelée sélection de relais (RS)[Bletsas2006]. Il a été montré dans [Bletsas2006] que la meilleure sélection de relais peut atteindre la pleine diversité des réseaux multiples relais d'une source unique. La combinaison de NC et RS a été récemment adressée à la fois à l'unité de sélection de relais (SRS)[Yonghui2010] et sélection de relais multiple (MRS)[Jing2009], mettant principalement l'accent sur le Two-Way canal de relais (TWRC) modèle de système. Une propriété spéciale des TWRC est que l'on sait nœud source déjà ses données transmises, et, par conséquent, n'a plus qu'à décoder des messages codés de réseau à partir du relais. Dans [Yonghui2010], les auteurs proposent une conception commune de NC avec SRS et deux RS sur la base de critères Max- Min afin de maximiser le SNR pire des deux utilisateurs dans les réseaux DF relais dans les deux sens. Dans [Jing2009], un SNR - optimale basée sur la commande de relais est proposé pour MRS dans les réseaux AF relais dans les deux sens. Une méthode similaire est appliquée dans [Atapattu2013] pour calculer la probabilité d'interruption du système (OP), BER et de l'ordre de diversité. Comme pour les réseaux de relais unidirectionnelles,[Peng2008] ont étudié la diversité de multiplexage Compromis (DMT) de CCN et a montré que toute la diversité est obtenue avec la meilleure sélection de relais. Cependant,[Peng2008] est basé sur une hypothèse optimiste que les paquets non désirées sont disponibles à destination, poussant unidirectionnel CCN être similaire à la TWRC. En supprimant cette hypothèse, les auteurs de [Topakkaya2011] pour généraliser la DMT pour les SRS et MRS.

Nous étudions l'ordre de diversité des CCN RS en utilisant l'analyse panne du système de probabilité. Différent de [Guan2013] qui a examiné AF relais et réseau analogique codification (ANC), nous étudions DF relais et le codage de réseau numérique, par exemple, XOR. Tout d'abord, nous tirons la dite généralisée fonction maximale(G- MF) qui prend le n-ième plus grande valeur d'un ensemble. Emploi de G- MF, nous dérivons l'OP OP exacte et asymptotique pour les SRS et MRS. Ensuite, nous montrons analytiquement que dans notre système : i) RSR n'atteint diversité ordre 2 indépendamment nombre total de relais ; ii)MRS atteint ordre de diversité $L = 1$ si le nombre de relais sélectionné L est strictement inférieure à N_s et de l'ordre de toute la diversité $N_R + 1$ si $L \geq N_s$.

5. Partial Relaying in Cooperative Relay Networks

Les techniques classiques de relais de tirer parti de l'indépendance entre le canal de relais et le canal source-destination directe. Dans le relais classique, le relais transmet généralement l'ensemble du paquet estimé qu'il reçoit de la source à la destination. Sur le côté du récepteur, les moissonneuses-batteuses destination premiers paquets reçus (à partir de la source et du relais), puis effectue le décodage de canal. Il est bien connu que le réseau de relais à trois nœuds atteint un ordre de diversité deux par rapport à l'ordre de la diversité unique de la transmission directe dans le scénario de bloc quasi-statique Rayleigh. Ce gain de diversité est livré avec une perte de l'efficacité du spectre puisque chaque symbole coûte

deux intervalles de temps. Afin d'améliorer l'efficacité du spectre, nous proposons un soi-disant relais partielle protocole dans lequel le relais transmet uniquement une partie du mot de code estimé à la destination. Dans notre proposition, le destinataire reçoit deux versions différentes du message source : un mot de code à taux plein à partir de la source et un mot de code tronqué du relais. Fait intéressant, les résultats de l'analyse montrent que le relais partiel peut obtenir gain de diversité plein dans un régime bas et moyen SNR quand un code de canal approprié est utilisé alors qu'il fournit une meilleure utilisation du spectre de techniques de relais de classiques. Ces résultats sont importants pour des systèmes pratiques, où la région de SNR de fonctionnement est généralement limitée.

Dans la première partie de ce chapitre, nous étudions la performance du régime de relais partiel dans le réseau de relais à trois nœuds. Ce réseau a été réalisé sous la forme la plus simple de coopération où un relais aide d'une source de communiquer avec une seule destination [Meulen1971]. Il est montré que les réseaux de relais obtiennent de meilleures performances et un gain de diversité par rapport à la contrepartie non coopératif [Meulen1971]. Cependant, l'inconvénient de communications de coopération est la perte en efficacité spectrale depuis au moins deux canaux orthogonaux sont utilisés. Pour augmenter l'efficacité spectrale, le relais peut ne pas transmettre le mot de code entier au cours de la phase de relais. En particulier, le relais peut soit transférer la totalité ou une partie du mot de code estimé à la destination. À destination, un ratio maximum Coopérative La combinaison (C-MRC) détecteur [Wang2007] est utilisé en priorité pour décodage de canal. Tout d'abord, nous tirons la limite supérieure pour le TEB du système proposé. La limite supérieure montre que le gain de diversité dépend à la fois de la quantité d'informations que l'avant du relais et la distance minimale du code de canal. Beaucoup transpirent les résultats de l'information dans un meilleur gain de diversité, et le code plus forte (plus grande distance minimum) apporte un meilleur gain de diversité. Les résultats analytiques et des simulations montrent que pour une norme CC [5, 7, 5] avec la distance minimale égale à 7, le système pourrait atteindre afin de diversité des 2 et économiser 20% l'efficacité du spectre sur le relais conventionnel réseau dans la région de la SNR jusqu'à BER = 1e-6. Le gain d'efficacité de spectre est de 32% quand un code fort [123, 135, 157][Benedetto1998] est utilisé. Deuxièmement, nous développons un critère basé sur le BER supérieur lié à la conception du réseau de relais qui réalise simultanément un gain de diversité complète et améliorer l'efficacité du spectre du système dans la région SNR d'intérêt. Ceci peut être accompli en optimisant la distance minimale du code et la quantité d'informations que transmet relais. La quantité optimale de l'information transmise est une fonction de la distance minimale et le rapport signal sur bruit maximum.

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous considérons le relais partiel dans les réseaux multiples relais de deux sources. Dans ces réseaux, afin d'accroître l'utilisation du spectre, la sélection de relais [Bletsas2006] sera utilisée pour sélectionner quelques relais

actifs de coopération. Dans Réseau - Coded Protocole de coopération (NCCP), qui est étudié dans la précédent chapitre, le meilleur relais est choisi pour transmettre les symboles de réseau codé à la destination. Cependant, il a été montré dans la précédente section que NCCP ne réalise un gain de diversité unique quel que soit le nombre de relais sont disponibles. Cette perte de résultats de gain de diversité à partir du fait que le relais sélectionné n'est optimale que pour les symboles de réseau codé. Pour récupérer cette perte de diversité, nous proposons un nouveau protocole de coopération diversité - réalisation (DACP). En DACP, deux relais seront sélectionnés pour la coopération ; chaque relais permettra une source. Afin de maintenir l'utilisation du spectre, le relais sélectionné ne peut transférer la moitié du mot de code estimé à la destination. Nous tirons la limite supérieure de BER ainsi que d'analyser l'ordre de diversité des DACP. Les résultats de l'analyse montrent que DACP peut atteindre l'ordre de toute la diversité et surpasse nettement NCCP dans la région de SNR fini quand un code fort est utilisé.

6. Conclusion

Nous avons étudié la conception du récepteur robuste et son analyse de la performance d'un réseau de coopération à la fois avec un seul relais et réseaux multiples relais. Le réseau est étudié dans des conditions réalistes avec codage de canal. Notre conception est basée sur le décodage réseau/canal commun afin de parvenir à la pleine diversité et son haut gain de codage. Les contributions de cette thèse peuvent être résumées comme suit:

- Algorithme itératif Réseau/décodage de canal. Dans le chapitre 2, nous avons étudié les quatre nœuds MARC dans des conditions réalistes où tous les liens sont soumis à bloquer les canaux de Rayleigh. Deux techniques relayant nommés Decode - et - Forward et démoduler et retransmission ont été considérés. Dans le DF, le relais décode d'abord les messages d'origine et effectue réseau codage alors. Dans le DMF, aucun décodage de canal n'est effectué sur le relais. Au lieu de cela, le relais que des estimations les bits codés. En fait, le codage de réseau est effectué sur les bits d'information dans DF et sur les bits codés dans le DMF. Nous avons mis au point deux algorithmes du JNCD à destination, chaque algorithme pour un protocole de transmission. Les algorithmes proposés fonctionnent selon la méthode de turbo - décodage: informations doux (de bits d'information ou bits codés) sont échangées entre les décodeurs de canal et le décodeur de réseau. Afin de réaliser pleinement la diversité, les erreurs possibles au relais sont éliminées à la destination grâce à la conception du récepteur canal courant. Il est bien connu que les erreurs de décodage possibles au relais est inversement proportionnelle à la qualité des liaisons de relais de source. Dans notre conception, la CSI source relais est transmis à la destination par l'intermédiaire d'un mécanisme pratique : le relais quantifie les erreurs de décodage possibles, puis les transmet à la destination. L'impact des pilotes a également été étudié. Les résultats des simulations ont montré que les algorithmes

proposés atteints gain de diversité complète et mieux codage comparés avec la conception de JNCD classique. Le nombre de symboles pilotes affecte uniquement le gain de codage du système, mais pas le gain en diversité tout en la précision de quantification prend effet à la fois un gain de codage et l'ordre de diversité.

- Algorithme Réseau mixte Près Optimal/décodage de canal. Dans le chapitre 3, nous avons proposé un nouvel algorithme de décodage appelé NO- JNCD. Bien que l'algorithme JNCD atteigne ordre de toute la diversité, il est difficile de calculer le BER en forme fermée en raison de la difficulté de caractériser l'information entre les itérations. En outre, le décodage du réseau et le décodage de canal sont réalisées dans des étapes séparées, ce qui conduit à une solution sous-optimale. Pour surmonter ce problème, nous avons considéré le réseau du point de vue du système : le signal reçu à la destination est parties d'un code superbe. De ce point, le signal relayé peut être considéré comme une redondance supplémentaire au code superbe. Par conséquent, le décodage du réseau et le décodage de canal sont effectuées en une seule étape de décodage du code de super. Bien qu'étant plus complexe que les solutions de décodage itératif, l'algorithme NO- JNCD s'approche de la solution optimale et nous permet d'analyser les performances du système, par exemple, BER et de l'ordre de diversité. En particulier, nous avons proposé un cadre pour analyser la performance de la CCN en vertu entièrement entrelacées canaux de Rayleigh. Nous avons tiré le BER- forme fermée précis pour la CCN et avons analytiquement montré que la CCN réalise un gain de diversité qui est égale à la distance minimale du code de canal utilisé dans les sources.
- Codage réseau avec la sélection de relais. Dans le chapitre 4, nous avons examiné les réseaux coopératifs où NC est exploitée conjointement avec SRS et MRS. En particulier, nous avons étudié l'ordre de diversité des sources multiples réseaux multiples relais sous canaux à évanouissement plat de Rayleigh. La probabilité d'interruption exacte et asymptotique de NC avec MRS ont été fournis. De l'asymptotique de la probabilité d'interruption, nous avons tiré le gain de diversité de sélection de relais. Il a été montré que la SRS seulement réalise un gain de diversité unique quel que soit le nombre de relais. D'autre part, MRS peut atteindre un gain de diversité complète si le nombre de relais sélectionné est égal ou supérieur au nombre de sources.
- Retransmission partiel dans réseaux coopératifs. Dans le chapitre 5, nous avons proposé un nouveau système de relais appelé de relais partiel appliqué pour les réseaux de relais codage canal afin d'améliorer l'efficacité du spectre. Première pour le réseau de relais unique, nous avons dérivé les expressions forme fermée de BER et l'ordre de la diversité. Nous avons montré, à la fois par la simulation et l'analyse, que l'ordre de la diversité du système dépend du code de canal et la quantité d'informations que l'avant du relais. Pour un code de convolution avec la distance

minimale égale à 15, le relais partiel peut atteindre toute la diversité et presque le même gain de codage que la technique de relais classique, alors qu'il fournit 32% l'efficacité du spectre sur le relais classique. Sur la base de ce cadre, nous avons développé des critères pour la conception d'un réseau de relais à gagner toute la diversité et une meilleure utilisation du spectre. En outre, nous avons proposé un nouveau schéma de coopération basé sur le relais partiel dans deux sources réseaux multiples relais avec sélection de relais. Le schéma proposé a montré une amélioration significative par rapport à un schéma de codage réseau basé dans la région de SNR fini quand un solide code convolutif est utilisé. En particulier, le régime de relais basé partielle pourrait atteindre la pleine diversité de régime bas et moyen SNR, tandis que le système à base de NC ne réalise un ordre de diversité des deux.

Future works

Plusieurs autres directions de recherche possibles proviennent de cette thèse:

- Le projet de NO- JNCD algorithme a été analysée uniquement pour bloc entièrement entrelacé et quasi-statique de Rayleigh. Dans les systèmes pratiques, le modèle d'évanouissement peut être différent. Certains modèles de fading différents, par exemple, bloc général de Rayleigh, peuvent être considérés avec NO- JNCD. Dans cette thèse, nous ne considérons algorithme NO- JNCD quand un relais est actif. Une autre extension est d'étudier le réseau avec plus d'un relais actif. Dans ce cas, chaque signal relayé joue comme une parité de plus de bits du code de super.
- Envisager NC combiné avec RS, le résultat intéressant au chapitre 3 est que la probabilité d'interruption asymptotique de MRS ne dépend pas sur les canaux de relais. Ce résultat peut être étendu pour étudier les différents aspects, par exemple, les effets du nombre de relais et leur emplacement. Dans les réseaux de relais homogènes, les relais sont générés aléatoirement selon certains processus aléatoires, par exemple, un processus de Poisson et leur emplacement est uniforme répartis sur la surface.