

Thesis Abstract

Registration Number	“KOU” No.3804	Name	Lin, I-te (林 宜德)
Thesis Title			
A Study on Relay Selection and Routing for Cooperative and Cognitive Radio Ad Hoc Networks			
<p>With the development of wireless technologies, autonomously distributed wireless ad hoc networks have attracted much research interest. In such networks, infrastructures such as base stations and wired connections are not necessary, and mobile terminals can directly exchange information to each other by relaying data packets. However, data are transmitted by the multihop relaying, and the wireless channel condition and topology changing significantly affect the performance. Therefore, it is important to appropriately select the relay and route. Another characteristic of wireless ad hoc networks is the abundant spatial diversity provided by the dynamic topology and broadcast nature of wireless channels. Cooperative transmission has attracted much research interest due to its ability to efficiently exploit the spatial diversity to improve the performance degradation caused by the node mobility and multipath fading. The basic operation of cooperative transmission is that the relay retransmits the overheard data to the destination in the second time slot when the destination cannot decode the received data in the first time slot. On the other hand, cognitive radio (CR) has been recognized as a promising technology to solve the scarcity problem of the limited radio spectrum resource. In CR, cognitive users (CUs) can use the spectrum belonging to primary users (PUs) when PUs do not use it. Additionally, PUs and CUs can use the spectrum belonging to PUs concurrently if the transmission power of the cognitive source is lower than a certain threshold such that the quality-of-service requirement of the primary transmission is satisfied. However, although the relay selection and routing in cooperative and cognitive radio ad hoc networks are important research issue, they are not thoroughly studied.</p> <p>In this thesis, when cooperative transmission is combined with CR in wireless ad hoc networks, the relay selection and routing issues are studied, and schemes that improve the end-to-end reliability and transmission power are proposed.</p> <p>In Chapter 1, principles, research issues, and conventional schemes of wireless ad hoc networks, cooperative transmission, and CR are generally introduced. In addition, the background, purpose, and position of this dissertation are described.</p>			

In Chapter 2, we propose a cooperative transmission scheme that semi-distributedly selects the relay with the lowest theoretical bit error rate (BER) in IEEE 802.11 based wireless ad hoc networks. In the proposed scheme, each relay candidate can adaptively switch its relaying protocol between amplify-and-forward (AF), decode-and-forward (DF), and no relaying (direct transmission) according to channel conditions of the source-to-relay, relay-to-destination, and source-to-destination links. It is shown that the proposed scheme improves BER compared to AF, DF, and no relaying.

In Chapter 3, for cooperative wireless ad hoc networks, we propose a medium access control protocol with distributed relay selection using group-based probabilistic contention and re-participation. Low outage probability, short contention period, and less number of acknowledgement packets can be achieved by defining the contention and re-participation probabilities of each relay candidate based on its outage probability. Simulation results validate the effectiveness of the proposed scheme.

In Chapter 4, distributed ad hoc cooperative routing (DAHCR) schemes are proposed when cooperative transmission is performed in cluster-based multihop networks. In each hop, the relay and receiver are probabilistically selected based on the required sender transmission power. Simulation results show that DAHCR schemes reduce the required transmission power compared to the conventional distributed ad hoc routing (DAHR). However, compared to DAHR, the complexity is increased by DAHCR schemes.

In Chapter 5, we propose a primary traffic based routing algorithm with cooperative transmission (PTBR-CT) in cognitive radio ad hoc networks where the underlay access strategy is used. When the primary source transmits data in two successive time slots, CUs perform preliminary farthest relay selection based cooperative transmissions to enlarge hop transmission distances to reduce the number of cognitive relays on the route. Simulation results show that PTBMR-CT improves the average end-to-end reliability, throughput, required transmission power, and transmission latency compared to the conventional primary traffic based farthest neighbor routing.

Chapter 6 concludes this dissertation.

論文審査の要旨

報告番号	甲 第 3804 号	氏 名	Lin, I-te (林 宜徳)
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	工学博士 笹瀬 巖
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 山中 直明
		慶應義塾大学教授	博士(工学) 大槻 知明
		慶應義塾大学教授	博士(工学) 眞田 幸俊
<p>工学士、修士(工学)、LIM, ITE 君提出の学位請求論文は、「A Study on Relay Selection and Routing for Cooperative and Cognitive Radio Ad Hoc Networks (協調コグニティブ無線アドホックネットワークにおけるリレー選択とルーティングに関する研究)」と題し、全6章から構成される。</p> <p>近年 無線技術の発展に伴い、基地局や有線網などのインフラを必要とせず、端末同士がパケットを中継することにより直接情報を交換できる、自律分散型のアドホックネットワークが注目されている。アドホックネットワークでは、中継ノード(リレー)を用いたマルチホップ通信を行う必要があり、伝搬状況やトポロジの変化によって特性が大きく変化するため、リレーや経路を適切に選択することが求められる。そこで、ノードの移動やマルチパスフェージングによる誤り率やスループットなどの特性劣化を低減するために、受信ノードがデータを受信できない場合に、そのデータを正しく受信したリレーがデータを転送することにより、お互いに助けあって通信品質を高めあう協調通信が注目を集めている。一方、高速大容量通信の要求が高まる中、周波数が逼迫している現状を打破するために、優先権の高い一次利用者が通信を行っていない場合には優先権の低い2次利用者が、通信することを一時的に許可する、あるいは1次利用者が通信を行なっている場合でも、同じ周波数帯を利用しても1次利用者への干渉の影響が十分低く設定できる場合には、2次利用者の通信も許可するコグニティブ無線が近年注目を集めている。しかしながら、協調通信とコグニティブ無線を組み合わせた場合の無線アドホックネットワークにおけるリレー選択とルーティングに関する研究は重要であるにもかかわらず、あまりなされていない。</p> <p>本論文では、無線アドホックネットワークにおいて、協調通信とコグニティブ無線を組み合わせた場合の、リレー選択およびルーティングについて検討を行い、パケット到達率や電力特性の改善ができるリレー選択方式およびルーティング方法を提案している。</p> <p>第1章では、これまでの無線アドホックネットワークに関する研究の流れと、協調通信およびコグニティブ無線を用いた場合の特性改善および研究課題について概説し、本研究の背景、目的、位置づけについて述べている。</p> <p>第2章では、IEEE802.11の無線LANをベースにしたアドホックネットワークにおいて、送受信ノードとリレーノード間の伝搬状況に応じて、誤り率を最も低減できるリレーとそのリレーの増幅転送、復号転送、リレーなしの3つの協調通信モードの選択法を提案し、その有効性を示している。</p> <p>第3章では、協調通信を用いたアドホックネットワークにおいて、リレー候補ノードをグループ化して時間的に分散し、リレー選択に参加できる確率と再参加率を変化させることにより、高いパケット到達率と短競合時間が達成できるリレー選択およびメディアアクセス制御方式を提案し、その有効性を明らかにしている。</p> <p>第4章では、ノードがクラスタ化されたアドホックネットワークで協調通信を行う場合の、各クラスタ内のノードの受信電力と衝突確率に基づくリレー選択基準と、分散アドホック協調ルーティング方式を提案し、協調通信を用いるため多少複雑にはなるものの、低電力化に有効であることを示している。</p> <p>第5章では、ノードがクラスタ化されたアドホックネットワークにおいて、1次利用者と2次利用者が同じ周波数を利用するコグニティブ無線環境下で、優先権の低い2次利用者に協調通信を適用する協調コグニティブ無線通信方式を提案したルーティング方式を提案し、マルチホップ数を少なく保つことにより、パケット到達率が改善できることを明らかにしている。</p> <p>第6章は結論であり、本論文で得られた結果を総括している。</p> <p>以上、本論文の著者は、協調コグニティブ無線アドホックネットワークにおけるリレー選択とルーティング方法を提案し、その有効性を明らかにしており、工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は、博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			