



Avis de Soutenance

Monsieur Jianding GUO

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **mercredi 06 juin 2018** à 10h00

Lieu : Campus de BELFORT, UTBM, 90000 BELFORT
salle Amphithéâtre I102

Titre des travaux : Recherches théoriques en coloration de graphe - Application à la gestion des ressources D2D en radio communication 4G (LTE)

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 27

Unité de recherche : FEMTO-ST Franche Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Codirecteur de thèse : Laurent MOALIC HDR NON HDR

Soutenance : Publique A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
M. Alexandre CAMINADA	PR1	Université Bourgogne - Franche-Comté	Directeur de these
M. Jin-Kao HAO	Professeur	Université d'Angers	Rapporteur
M. Abdel LISSER	Professeur	Université Paris Sud	Rapporteur
M. David COUDERT	Directeur de Recherche	Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA)	Examineur
M. Laurent MOALIC	Maître de Conférences	Université de Haute Alsace	CoDirecteur de these
M. Jean-Noël MARTIN	Maître de Conférences	Université Bourgogne - Franche-Comté	CoDirecteur de these

Résumé de la thèse (en français) :

Le problème de coloration de graphe est un problème NP-complet particulièrement étudié, qui permet de modéliser de problèmes dans des domaines variés. Dans cette thèse, de nouveaux algorithmes exacts basés sur une étude de la structure du graphe sont proposés. Ce travail s'appuie sur l'algorithme « Total solutions Exact graph Coloring » (TexaCol) qui construit toutes les solutions en exploitant l'ensemble des cliques d'un graphe. Deux algorithmes exacts, « Partial best solutions Exact graph Coloring » (PexaCol) et « All best solutions Exact graph Coloring » (AexaCol), sont présentés ici pour construire certaines solutions optimales ou toutes les meilleures solutions. Ces deux algorithmes utilisent la méthode de backtracking, dans laquelle ils ne choisissent que les sous-ensembles de meilleurs solutions pour continuer la coloration. L'analyse de résultat montre que PexaCol et AexaCol sont capables de traiter des graphes plus grands que TexaCol. Mais surtout, AexaCol trouve toutes les meilleures solutions significativement plus vite que TexaCol ainsi que le solveur Gurobi, qui sont utilisés comme référence. La téléphonie mobile est un domaine en plein essor qui peut s'appuyer sur une modélisation à base de graphes. Actuellement, les techniques de type « Device-to-Device » (D2D) prennent une place importante dans les réseaux mobiles. L'allocation de ressource constitue l'un des principaux problèmes en matière de performance. Pour assigner efficacement une ressource radio à une paire D2D dans le système Long-Term Evolution (LTE), un schéma systématique d'allocation de ressources est proposé dans cette thèse. Il est basé sur une clusturisation des liens D2D, et permet de prendre en compte à la fois l'allocation inter-cluster et intra-cluster des ressources. En déterminant les zones d'interférence, le problème d'allocation des ressources inter-cluster est formulé comme un problème de coloration de graphe dynamique. Un algorithme de coloration de graphe dynamique est ainsi proposé, basé sur PexaCol. Cet algorithme peut assigner les ressources radio aux clusters qui sont générés ou supprimés dynamiquement. L'analyse numérique montre que cet algorithme assure une bonne performance en termes d'utilisation des ressources, de temps d'exécution et d'adaptabilité. Concernant le problème d'allocation de ressources inter-cluster, une méthode fondée sur la topologie est proposée, intégrant naturellement l'allocation de puissance et l'allocation de Resource Block (RB). Pour simplifier ce problème d'allocation de ressources, la meilleure topologie est choisie à chaque étape, celle qui permet d'obtenir le meilleur débit en utilisant le moins de RBs. A partir de ce procédé, quatre algorithmes d'optimisation sont proposés: l'algorithme glouton statique, PexaCol statique, PexaCol dynamique et PexaCol dynamique approximatif. L'analyse des résultats montre que pour les petits clusters, les versions statiques et dynamiques de PexaCol permettent d'obtenir un index d'optimisation maximal en choisissant la meilleure topologie locale pour chaque noeud. A l'opposé, les algorithmes "glouton statique" et "PexaCol dynamique approximatif" permettent d'obtenir une solution sous-optimale pour l'optimisation locale avec une complexité moindre. Pour les grands clusters, avec certaine séquence de la coloration, le PexaCol dynamique approximatif est mieux que l'algorithme glouton statique pour l'index d'optimisation pendant un temps d'exécution acceptable.

Abstract (in English)

Graph coloring problem is a famous NP-complete problem, which has extensive applications. In the thesis, new exact graph coloring algorithms are researched from a graph structure point of view. Based on Total solutions Exact graph Coloring algorithm (TexaCol) which is capable of getting all coloring solution subsets for each subgraph, two other exact algorithms, Partial best solutions Exact graph Coloring algorithm (PexaCol) and All best solutions Exact graph Coloring algorithm (AexaCol), are presented to get multiple best solutions. These two algorithms utilize the backtracking method, in which they only choose the best solution subset each step to continue the coloring until partial or all best solutions are obtained. The result analysis shows that PexaCol and AexaCol can deal with larger graphs than TexaCol and especially, AexaCol runs much faster than TexaCol and the solver Gurobi to get all best solutions. Device-to-Device (D2D) is a promising technique for the future mobile networks, such as 5th generation wireless systems (5G), and the resource allocation is one of the most crucial problems for its performance. In order to efficiently allocate radio resource for D2D links in Long-Term Evolution (LTE) system, a systematic resource allocation scheme is proposed based on D2D clusters, including the inter-cluster resource allocation and the intra-cluster resource allocation. With the cluster interference range, the inter-cluster resource allocation problem is

formulated as a dynamic graph coloring problem, and a dynamic graph coloring algorithm is designed based on PexaCol. This algorithm is able to allocate radio resource to clusters while they are dynamically generated and deleted. The numerical analysis results show that this algorithm has good performance in resource utilization, runtime and scalability. For the intra-cluster resource allocation problem, a topology-based resource allocation method is designed naturally combining power allocation with Resource Block (RB) allocation. To simplify this associated optimization problem, a local optimal method is proposed, in which the best topology is chosen each step achieving the maximal throughput with the minimum number of assigned RBs. With respect to this method, four algorithms are presented: static greedy, static PexaCol, dynamic PexaCol and dynamic PexaCol approximate. Result analysis shows that for small-scale clusters, static PexaCol and dynamic PexaCol are capable of getting a maximal optimization index by locally choosing the best topology for each node while static greedy and dynamic PexaCol approximate are able to get the suboptimal solution for the local optimization with much lower complexity. For large-scale clusters, giving certain treating sequences, the dynamic PexaCol approximate performs better than static greedy regarding the optimization index within an acceptable runtime.