



## Avis de Soutenance

Monsieur Abdelkhalek MANSOURI

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **samedi 20 juin 2020** à 10h00

Lieu : CIAD Université de Bourgogne Franche-Comte, UTBM 13 rue Ernest Thierry-Mieg 90010 Belfort Cedex, France

Salle : Bâtiment D (CIAD)

Titre des travaux : Heuristiques génériques sur GPU pour la segmentation en superpixels et application à l'estimation du flot optique

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

Section CNU : 27

Unité de recherche : CIAD - Connaissance et Intelligence Artificielle Distribuées

Directeur de thèse : Jean-Charles CREPUT

Codirecteur de thèse :  HDR  NON HDR

Soutenance :  Publique  A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
M. Mohamed Ameziane Mourad BOUNEFFA	Maître de conférences	Université du Littoral - Côte d'Opale	Rapporteur
M. Adnan YASSINE	Professeur des Universités	Université Le Havre Normandie	Rapporteur
M. Lhassane IDOUMGHAR	Professeur des Universités	Université de Haute-Alsace	Examineur
M. Abderrafiaa KOUKAM	Professeur des Universités	Université Bourgogne Franche- Comte	Examineur
M. Yassine RUICHEK	Professeur des Universités	Université Bourgogne Franche- Comte	Examineur
M. Jean-Charles CREPUT	Maître de conférences	Université Bourgogne Franche- Comte	Directeur de thèse

**Mots-clés** : GPU,k-means,MST,segmentation d'image,flot optique,algorithme mémétique

## Résumé de la thèse (en français) :

Déterminer des clusters dans des nuages de points et appairer des graphes sont des tâches primordiales en informatique, analyse de donnée, traitement d'image, généralement modélisées par des problèmes d'optimisation de classe NP-difficile. Avec l'avènement des multiprocesseurs à bas coût, l'accélération des procédures heuristiques pour ces tâches devient possible et nécessaire. Nous proposons des implantations parallèles sur système GPU (graphics processing unit) pour des algorithmes génériques appliqués ici à la segmentation d'image en superpixels et au problème du flot optique. Le but est de fournir des algorithmes génériques basés sur des structures de données décentralisées et aisément adaptables à différents problèmes d'optimisation sur des graphes et plateformes parallèles. Les algorithmes parallèles proposés sur GPU incluent le classique k-means et le calcul de forêt couvrante minimum pour la segmentation en superpixels. Ils incluent également un algorithme de recherche locale parallèle et un algorithme mémétique à base de population de solutions appliqués à l'estimation du flot optique via des appariements de superpixels. Tandis que les opérations sur les données exploitent le GPU, l'algorithme mémétique opère en tant que coalition de processus exécutés en parallèle sur le CPU multi-cœur et requérant des ressources GPU. Les images sont des nuages de points de l'espace euclidien 3D (domaine espace-intensité), et aussi des graphes auxquels sont associés des grilles de processeurs. Les kernels GPU exécutent des transformations en parallèle sous contrôle du CPU qui a un rôle réduit de détection des conditions d'arrêt et de séquençement des transformations. La contribution présentée est composée de deux grandes parties. Dans une première partie, nous présentons des outils pour la segmentation en superpixels. Une implémentation parallèle de l'algorithme des k-means est présentée et appliquée aux données 3D. Elle est basée sur une subdivision cellulaire de l'espace 3D qui permet des recherches de plus proche voisin en parallèle en temps optimal constant pour des distributions bornées. Nous présentons également une application de l'algorithme parallèle de calcul de forêt couvrante de Boruvka à la segmentation superpixel de type ligne de partage-des-eaux (watershed). Dans une deuxième partie, en se basant sur les superpixels générés, des procédures parallèles de mise en correspondance sont dérivées pour l'estimation du flot optique avec prise en compte des discontinuités. Ces méthodes incluent des heuristiques de construction et d'amélioration, telles que le winner-take-all et la recherche locale parallèle, et leur intégration dans une métaheuristique à base de population. Diverses combinaisons d'exécution sont présentées et évaluées en comparaison avec des algorithmes de l'état de l'art performants.

## Abstract (in English):

Finding clusters in point clouds and matching graphs to graphs are recurrent tasks in computer science domain, data analysis, image processing, that are most often modeled as NP-hard optimization problems. With the development and accessibility of cheap multiprocessors, acceleration of the heuristic procedures for these tasks becomes possible and necessary. We propose parallel implantation on GPU (graphics processing unit) system for some generic algorithms applied here to image superpixel segmentation and image optical flow problem. The aim is to provide generic algorithms based on standard decentralized data structures to be easy to improve and customized on many optimization problems and parallel platforms. The proposed parallel algorithm implementations include classical k-means algorithm and application of minimum spanning forest computation for super-pixel segmentation. They include also a parallel local search procedure, and a population-based memetic algorithm applied to optical flow estimation based on superpixel matching. While data operations fully exploit GPU, the memetic algorithm operates like a coalition of processes executed in parallel on the multi-core CPU and requesting GPU resources. Images are point clouds in 3D Euclidean space (space-gray value domain), and are also graphs to which are assigned processor grids. GPU kernels execute parallel transformations under CPU control whose limited role only consists in stopping criteria evaluation or sequencing transformations. The presented contribution contains two main parts. Firstly, we present tools for superpixel segmentation. A parallel implementation of the k-means algorithm is presented with application to 3D data. It is based on a cellular grid subdivision of 3D space that allows closest point findings in constant optimal time for bounded distributions. We present an application of the parallel Boruvka minimum spanning tree algorithm to compute watershed minimum spanning forest. Secondly, based on the generated superpixels and segmentation, we derive parallel optimization procedures for optical flow estimation with edge aware filtering. The method includes construction and improvement heuristics, as winner-take-all and parallel local search, and their embedding into a population-based metaheuristic framework. The algorithms are presented and evaluated in comparison to state-of-the-art algorithms.