



Rapport de doctorat sur le travail présenté par Monsieur Gilles PERROT

Algorithmes rapides pour le filtrage et la segmentation des images bruitées sur GPU

Monsieur Gilles PERROT a effectué son travail de thèse au sein de l'institut FEMTO-ST, département DISC, sous la direction de Monsieur Raphaël Couturier et l'encadrement de Monsieur Stéphane Domas, respectivement Professeur et Maître de Conférences à l'Université de Franche-Comté.

Ce travail de thèse traite du prototypage d'application de filtrage et de segmentation d'images sur architecture parallèle de type GPU. C'est un sujet important en particulier avec l'évolution des technologies multi-coeurs et many-coeurs conduisant à une augmentation du nombre de coeurs de part l'intégration poussée des circuits intégrés. Cette évolution permet de revisiter certains algorithmes gourmand en calculs. La contribution de ce travail se situe au niveau de la parallélisation de ces algorithmes sur GPU. Ce sujet est essentiel à l'amélioration de la qualité et des performances des solutions parallèles de segmentation et réduction de bruit qui sont applicables dans de nombreux domaines. Le manuscrit s'articule autour de sept chapitres structurés en deux parties en plus d'une introduction et d'une conclusion avec perspectives prometteuses.

La première partie en trois chapitres introduit la problématique algorithmique de la réduction de bruit et de la segmentation d'images, avec un rappel des notions de bruit et d'image. Les principales approches sont détaillées avec une analyse conséquente et critique de la littérature concernant leur mise en œuvre sur GPU montrant toute la difficulté de la parallélisation efficace et de la comparaison de résultats.

La seconde partie en quatre chapitres traite de la parallélisation de certains de ces algorithmes.

Le chapitre 6 traite de la segmentation par snake avec approche polygonale. Cette approche n'est pas traitée dans la littérature. Il s'agit d'une problématique non triviale. C'est une contribution importante de ce travail. Une solution algorithmique parallèle originale est proposée, traitant les sommets des polygones en parallèle selon leur parité. Les facteurs d'accélération par rapport à un CPU sont significatifs malgré la difficulté à paralléliser. Une perspective sur le multi-snake aurait pu compléter la conclusion.

Le chapitre 7 traite de la réduction de bruit par recherche de lignes de niveaux en considérant les images comme des cartes topographiques. Une solution parallèle compromise est proposée ici, qui pour une légère perte de qualité par rapport à la littérature apporte un gain en performance considérable. Cette solution est bien détaillée et analysée en faisant une contribution importante de ce travail. Un minimum de comparaison avec un CPU aurait malgré tout pu être présenté, même si la comparaison avec un CPU est difficile, ce qui a été fait dans le chapitre 6. Il semble souvent possible d'optimiser une version algorithmique proche sur CPU donnant un niveau de qualité équivalent et il est toujours plus simple de passer de GPU sur CPU que l'inverse.

Les chapitres 8 et 9 traitent des algorithmes médian et convolution sur GPU. Il s'agit ici d'appliquer certaines techniques d'optimisation classiques sur GPU à ces algorithmes simples de filtrage. Ils montrent ce qu'une optimisation poussée permet d'obtenir en termes de performances. Une interface graphique aide à déterminer la configuration optimale du code selon la taille des fenêtres de filtrage. C'est un cas particulier de l'optimisation et de l'auto-tuning d'algorithmes de type stencil sur GPU, largement traité dans la littérature. Vu leur caractère classique, ces deux chapitres auraient été mieux placés en un seul chapitre en introduction de seconde partie.

En conclusion, j'ai lu avec intérêt le mémoire de thèse de Monsieur Gilles PERROT et je trouve que les propositions d'algorithmique parallèle sont originales et performantes. En conséquence, j'émet un avis favorable à la soutenance des travaux en vue d'obtenir le doctorat de l'Université de Franche-Comté.

Fait à Grenoble le 26 février 2014

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'D. HOUZET', is written over a light grey rectangular background.

Dominique HOUZET
Professeur Grenoble-INP