PRD : Performance et Généricité des Approches Top-Down Homogènes

Sujet

Ce projet de recherche se situe dans la continuité de la thèse de Baptiste Esteban (projet de recherche doctoral n.7730) qui entre dans sa troisième et dernière année. Dans le travail de Baptiste Esteban, il est question du développement d'algorithmes de débruitement d'image grâce à des techniques de morphologie mathématique [1]. Le cahier des charges impose des caractéristiques de « performance et généricité » aux algorithmes et structures de données résultant: performance, afin de pouvoir traiter des images de grande taille en un temps raisonnable, et généricité afin de pouvoir spécifier les algorithmes de façon indépendante des types d'images (ou de leurs caractéristiques) sur lesquels ils s'appliquent.

L'approche utilisée dans ce travail peut être caractérisée de « bottom-up hétérogène ». Tout d'abord, elle est bottom-up car dans un soucis de performance, on choisi de partir de l'existant, c'est-à-dire de se baser sur une bibliothèque écrite en C++ et utilisant des techniques de polymorphisme statique pour offrir la généricité requise sans sacrifier la performance [2]. L'inconvénient de cette approche est qu'elle n'est ni adaptée au prototypage rapide, ni à l'expérimentation, un contexte dans lequel on préfère en général travailler avec des langages dynamiques et interactifs comme Python [3]. C'est pourquoi l'infrastructure écrite en C++ est exposée à Python au travers d'un pont statique / dynamique, et c'est ce qui rend cette approche hétérogène: la plate-forme finale est constituée de deux langages différents.

Le but de ce nouveau projet de recherche est de prendre le contre-pied du précédent, en explorant les vertus d'une ou plusieurs approches « top-down homogènes ». On se propose de capitaliser sur le sujet précédent en repartant du travail effectué, c'est-à-dire du même domaine applicatif, incluant les algorithmes et structures de données développés pour l'occasion. Cette fois cependant, le point de départ sera la réécriture intégrale de la plate-forme dans un langage dynamique et interactif, afin de privilégier l'utilisabilité plutôt que la performance. C'est dans ce sens que cette nouvelle approche peut être considérée comme « top-down ».

Contrairement aux idées reçues cependant, être dynamique et interactif n'implique pas nécessairement une perte critique de performance [4,5]. Deux langages dynamiques en

particulier le prouvent, Common Lisp, et Julia, qui offrent tous deux des fonctionnalités avancées permettant de combiner généricité et performance. Common Lisp comme Julia disposent de compilateurs Just-In-Time vers du code natif. Tous deux sont multi-paradigmes (impératifs, fonctionnels, et dans une moindre mesure pour Julia, orientés objet). Tous deux offrent des techniques de méta-programmation poussées qui aident également à la généricité (systèmes de macros évolués, multi-méthodes, etc.). Enfin, en sus de la dynamicité par défaut, tous deux offrent des fonctionnalités leur permettant de rivaliser avec les langages statiques en termes de performance (annotations de type pour Lisp, inférence pour Julia, etc.). En conséquence, il n'est pas forcément nécessaire d'introduire un deuxième langage de programmation dans la boucle pour rester performant. C'est en cela que cette approche sera considérée comme « homogène »: aucun « pont statique / dynamique » n'est requis.

On se propose donc, dans ce nouveau projet, d'étudier les possibilités paradigmatiques offertes par ces deux langages pour l'implémentation d'algorithmes de débruitage d'image génériques et performants, ainsi que de comparer in fine cette nouvelle plate-forme à la précédente, en termes d'utilisabilité, de flexibilité, et de performance.

Références

[1] B. Esteban, G. Tochon, E. Carlinet, and D. Verna (2022). Estimation of the Noise Level Function for Color Images Using Mathematical Morphology and Non-Parametric Statistics. In Proceedings of the 26th International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2022), Montréal, Québec.

[2] M. Roynard (2022). Generic programming in modern C++ for Image Processing (Doctoral dissertation, Sorbonne université).

[3] B. Esteban, E. Carlinet, G. Tochon, and D. Verna (2022). The Cost of Dynamism in Static Languages for Image Processing. In Proceedings of the 21st ACM SIGPLAN International Conference on Generative Programming: Concepts and Experiences (GPCE 2022). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 172–178. https://doi.org/10.1145/3564719.3568693 (https://doi.org/10.1145/3564719.3568693)

[4] D. Verna (2006). Beating C in Scientific Computing Applications. In Proceedings of the 3rd European Lisp Workshop (ELW'06), Nantes, France.

[5] D. Verna (2009). CLOS efficiency: Instantiation. In Proceedings of the International Lisp Conference (ILC'09), Cambridge, MA, USA, 76-90.