

Etiquetage/Analyse en composantes connexes

Présentation

L'étiquetage en composantes connexes (ECC) est une opération de vision par ordinateur qui permet d'extraire l'information de connexité d'une image préalablement segmentée. Cette technique permet de passer du niveau d'analyse lié à l'échelle du pixel à un niveau d'analyse lié à l'information des différentes régions de l'image. L'ECC est donc très utilisé par les algorithmes d'extraction d'enveloppe convexe, de segmentation, de filtrage par hystérésis ou de reconstruction géodesique.



Fig. 1 : Première ligne : image brute (*gauche*) / image segmentée (*droite*)
Seconde ligne : image étiquetée (*gauche*) / image analysée (ACC)(*droite*)

Principe et origines

Le principe de l'ECC est de grouper sous une même étiquette tous les pixels en contact dans l'image. Selon les besoins, il est alors possible de fournir comme produit, une image étiquetée ou un ensemble de caractéristiques (analyse en composantes connexes) telles que la boîte englobante, le centre de masse pour chaque composante connexe de l'image de départ.

Les premières versions (algorithmes historiques) ont été conçues par des pionniers comme Rosenfeld, Haralick et Lumia (algorithmes «Pixels») et Ronse (algorithme «Lignes»).

Les algorithmes modernes directs dérivent de ceux-ci et proposent des améliorations à différents niveaux de l'algorithme.

Ils partagent les mêmes étapes:

- Un premier étiquetage, qui attribue une étiquette provisoire à chaque pixel et construit le graphe d'équivalence entre les étiquettes pour gérer les contacts,
- La résolution des équivalences (fermeture transitive du graphe d'équivalence),
- Un second étiquetage, pour remplacer l'étiquette temporaire par la l'étiquette finale (la plus petite de la composante).

Ils diffèrent sur trois points:

- la topologie du masque,
- le nombre de tests pour un masque donné,
- l'algorithme de gestion des équivalences.

Exemple d'un algorithme «pixel»

L'algorithme parcourt l'image d'origine ligne par ligne et pixel par pixel. À chaque pixel du premier plan, il évalue le voisinage passé à la recherche des étiquettes existantes.

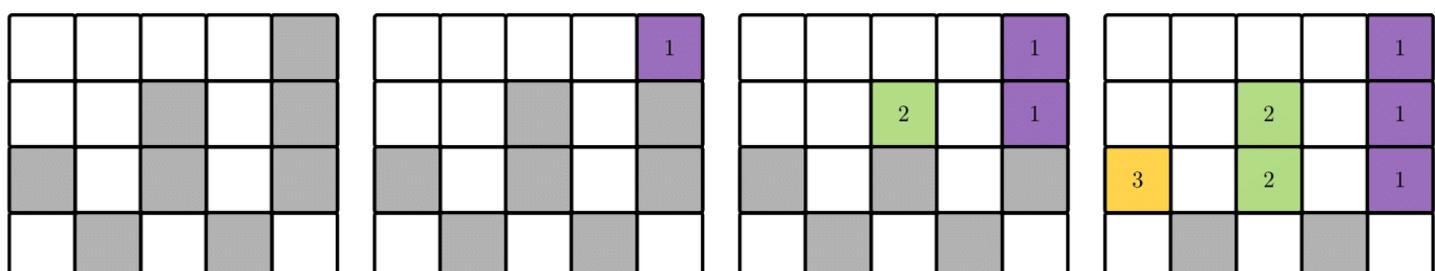
Selon le nombre N d'étiquettes présentes dans le voisinage, il agit différemment :

- $N = 0$: création d'une nouvelle étiquette
- $N = 1$: le nouveau pixel reçoit la valeur de cette étiquette
- $N > 1$: l'algorithme affecte la valeur de la plus petite étiquette au pixel courant et déclenche la fusion des différentes étiquettes

Au fur et à mesure du parcours de l'image l'algorithme construit un graphe appelé *graphe d'équivalence* qui représente les connexions existantes entre les différentes étiquettes temporaires

Une fois le dernier pixel de l'image traité il restera effectuer une remontée à la racine pour chaque étiquette présente dans le graphe afin de lui attribuer la valeur de la plus petite (par convention) étiquette de la classe d'équivalence.

Un réétiquetage de l'image permet alors d'obtenir une image étiquetée lisible par un humain (ECC), l'information est cependant déjà présente et suffisante dans l'image et le graphe pour un traitement par l'algorithme suivant de la chaîne de traitement (ACC).



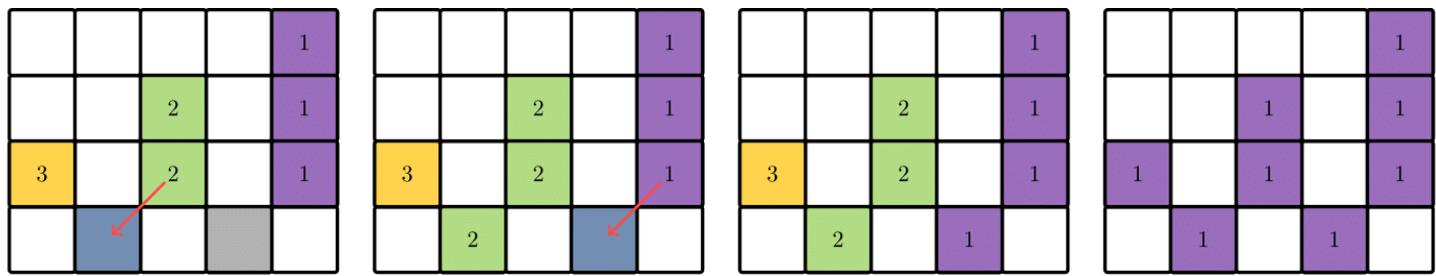


fig. 2 Étiquetage d'une image 4x5 : **La première ligne** présente l'image brute (1), puis le résultat (2) du traitement de la première ligne (création d'une nouvelle étiquette), puis le résultat (3) du traitement de la deuxième ligne (création d'une nouvelle étiquette et attribution d'une étiquette préexistante), enfin le résultat (4) du traitement de la troisième ligne (création d'une nouvelle étiquette et attributions d'une étiquette préexistante). La première partie de **la seconde ligne** décompose le traitement de la dernière ligne. Le premier pixel actif (1) a dans son voisinage passé deux étiquettes différentes, le mécanisme de fusion va attribuer la plus petite étiquette au pixel courant et faire pointer la classe d'équivalence la plus grande vers la plus petite. Le second pixel à traiter (2) produira les même effets. Le résultat final du traitement de la dernière ligne (3) ne semble pas correct en effet trois classes d'équivalence sont encore présentes. La fermeture transitive du graphe d'équivalence ainsi que le réétiquetage complet de l'image complète donc le processus.

Mes travaux dans le domaine de l'ECC

Depuis les années 2000 le domaine de l'ECC est redevenu très actif et de nombreux algorithmes se proclament les plus rapides. La comparaison entre les différentes publications était cependant difficile du fait des procédures de tests très variées.

Avec Lionel Lacassagne, l'inventeur de l'algorithme LSL, qui dirige ma thèse :

- nous avons amélioré l'algorithme d'étiquetage LSL séquentiel,
- nous avons étudié et réimplémenté l'ensemble des algorithmes modernes afin de disposer d'une infrastructure complète de test, nous avons pour cela mis en place une procédure reproductible ([SIPS2014] + [DASIP2014]),
- nous avons établi que le LSL est toujours l'algorithme séquentiel d'ECC le plus rapide au monde ([SIPS2014] + [DASIP2014]),

Les architectures modernes étant tournées vers le multi voire le *many* coeurs, nous avons étudié l'adéquation entre les différents algorithmes d'ECC et les architectures modernes. Cela nous a amené à :

- Créer un nouvel algorithme multi-coeur le *LSL parallèle* [ICIP2015]
- Créer une méthode de parallélisation efficace de tous les algorithmes d'ECC [ICIP2015]

En janvier 2016 nous avons produit un travail de synthèse sur la méthodologie d'évaluation et de parallélisation des algorithmes directs d'étiquetage en composantes connexes. [JRTIP2016]

Les algorithmes directs sont les plus efficaces à l'heure actuelle mais l'augmentation du nombre de coeurs ainsi que la disponibilité des instructions SIMD rend de nouveau pertinent l'étude des algorithmes itératifs. C'est dans ce

cadre que nous avons proposé : [A new SIMD iterative connected component labeling algorithm]. Sur un Xeon-Phi, cette version est plus rapide que les algorithmes pixels.



Laurent Cabaret

Coté recherche

[✉ Email](#) [🐦 Twitter](#) [🏠 Github](#)

Etiquetage/Analyse en composantes connexes a été publié le mardi 06 mai 2014.

ARTICLES EN LIEN

(VOIR TOUS LES ARTICLES)

- Parallel Light Speed Labeling: an efficient connected component algorithm for labeling and analysis on multi-core processors
 - A new SIMD iterative connected component labeling algorithm
 - PPOPP/WPMVP 2016
-

© 2016 Laurent Cabaret. Programmé avec Jekyll en utilisant le thème Minimal Mistakes.