

PRE-TRAITEMENT MORPHOLOGIQUE D'IMAGES DE PLIS POSTAUX

Serge BEUCHER, Sergeï KOZYREV, Dmitri GOROKHOVIK

Centre de Morphologie Mathématique
Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris
35, Rue Saint-Honoré
77305 FONTAINEBLEAU CEDEX
Email : beucher@cmm.ensmp.fr

PRE-TRAITEMENT MORPHOLOGIQUE D'IMAGES DE PLIS POSTAUX

Résumé

Ce papier présente des procédés mis en oeuvre pour simplifier et filtrer les images de certains plis postaux (plis plastique et imprimés en particulier) afin d'améliorer les performances des systèmes de tri automatique. Ces procédés visent à éliminer l'information inutile sur l'image en ne conservant que ce qui peut être potentiellement un bloc-adresse, les techniques de reconnaissance ultérieures étant alors en mesure de repérer le bloc-adresse parmi plusieurs candidats possibles.

Après avoir décrit les critères visuels et géométriques utilisés pour discriminer les régions d'intérêt, nous présenterons rapidement le principal opérateur morphologique utilisé dans cette étude : la reconstruction géodésique. Puis les étapes majeures du processus seront analysées. Deux approches ont été étudiées : la première fait appel à des transformations directionnelles, la seconde à des opérateurs isotropes. On verra sur des exemples que cette dernière approche, bien que paraissant moins efficace a priori, s'est révélée en fait très intéressante au point de pouvoir prendre en compte également les plis manuscrits dont les critères de reconnaissance diffèrent quelque peu des plis imprimés.

Thème : Traitement d'images de documents

Mots-clés :

Analyse d'image, morphologie mathématique, plis postaux, reconstruction géodésique, filtres morphologiques, minima.

1. Introduction

Les systèmes de tri automatique du courrier ont pour tâche de rechercher sur des images digitalisées de plis postaux les blocs-adresse. Si cette recherche peut être réalisée de façon généralement satisfaisante pour les enveloppes de couleur uniforme, elle se complique singulièrement lorsqu'on a affaire à des plis sous plastique ou à des plis papier au graphisme complexes. Dans ce cas, les procédures de binarisation de l'image fournissent des résultats très décevants.

Ce papier présente les procédés mis en oeuvre au Centre de Morphologie Mathématique à la demande du Service de Recherche Technique de la Poste (SRTP) pour simplifier et filtrer les images de plis postaux afin d'améliorer les performances des systèmes de tri automatique. Ces procédés visent à éliminer l'information inutile sur l'image en ne conservant que ce qui peut être potentiellement un bloc-adresse, les techniques de reconnaissance ultérieures étant alors en mesure de repérer le bloc-adresse parmi plusieurs candidats possibles.

Après avoir décrit les critères visuels et géométriques utilisés pour discriminer les régions d'intérêt, nous présenterons rapidement le principal opérateur morphologique utilisé dans cette étude : la reconstruction géodésique. Puis les étapes majeures du processus seront analysées. Deux approches ont été étudiées : la première fait appel à des transformations directionnelles, la seconde à des opérateurs isotropes. On verra sur des exemples que cette dernière approche, bien que paraissant moins efficace a priori, s'est révélée en fait très intéressante au point de pouvoir prendre en compte également les plis manuscrits dont les critères de reconnaissance diffèrent quelque peu des plis imprimés.

2. Critères visuels et géométriques de reconnaissance

Des exemples d'images originales de pli plastique et papier sont présentés à la figure 1. Ils correspondent à des images en niveaux de gris de 2000x2000 pixels environ. Les caractéristiques communes à l'ensemble des documents appartenant à cette série sont les suivantes :

Les blocs-adresse correspondent à des caractères imprimés en noir sur un fond blanc ou clair dans la plupart des cas.

- Le format et la taille des caractères sont arbitraires. Cependant cette dernière est généralement petite par rapport aux dimensions de l'image et qu'elle ne dépasse pas une certaine valeur qui peut être estimée facilement.
- Les lignes d'adresse n'ont pas de direction fixe (bien que dans la plupart des cas le bloc-adresse soit vertical ou horizontal). La procédure proposée devra donc être efficace quelque soit l'orientation de ces lignes.
- L'information inutile sur ces images se présente soit sous la forme de plissures à la surface des plis sous plastique, soit comme des plages plus ou moins importantes d'illustrations, de photos, de dessins de formes et de niveaux de gris fort variés.

Pour séparer les blocs-adresse potentiels du reste de l'image, on utilisera donc le fait qu'ils sont généralement plus sombres que leur environnement, de petite taille et isolés par rapport aux autres objets présents dans l'image.

Ces critères doivent être révisés lorsqu'on a affaire à des enveloppes manuscrites. Dans ce cas, si certains problèmes ont disparus (les plissures notamment), d'autres apparaissent (comme la taille des caractères manuscrits) qui nécessitent une refonte plus ou moins importante de l'approche envisagée. On verra à la fin de ce papier comment les méthodes proposées ont pu également être utilisées sur ce dernier type d'images.

Parmi les différents outils morphologiques, une transformation nommée reconstruction géodésique est l'opérateur le mieux adapté pour prendre en compte ces différents critères [1].

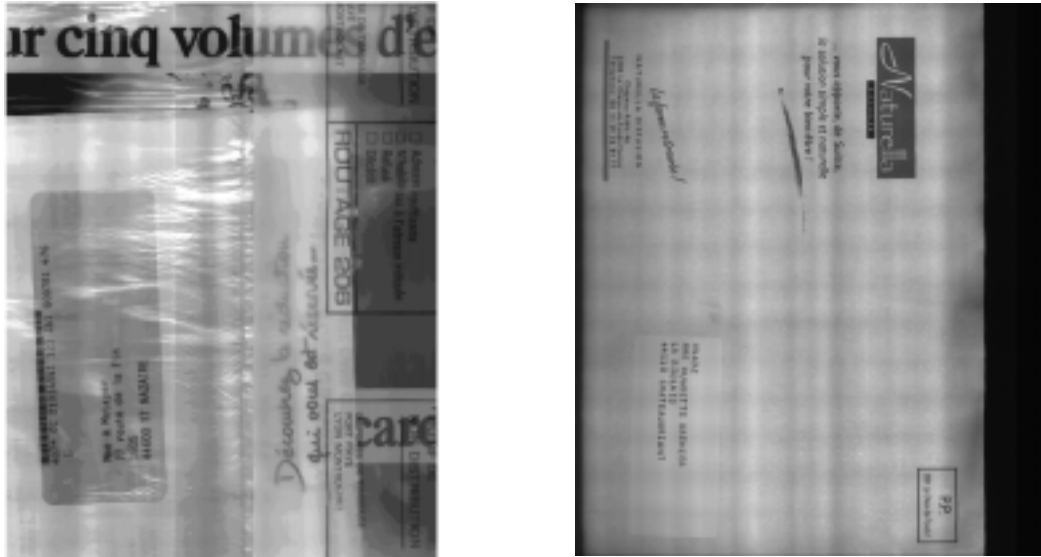


Figure 1 : Exemple de pli sous plastique et de pli papier

3. Reconstruction géodésique, filtres morphologiques

3.1. Erosion et dilatation géodésiques

Soient g et f deux fonctions ou images telles que $f \leq g$. L'érosion géodésique de g relativement à f est définie par :

$$\varepsilon_f^{(1)}(g) = \sup(\varepsilon^{(1)}(g), f)$$

$$\varepsilon_f^{(n)}(g) = \underbrace{\varepsilon_f^{(1)}(\varepsilon_f^{(1)}(\varepsilon_f^{(1)}(\dots \varepsilon_f^{(1)}(g))))}_{n \text{ fois}}$$

$\varepsilon^{(1)}(g) = \varepsilon_B(g)(x)$ est l'érosion élémentaire euclidienne [3].

La dilatation géodésique de la fonction g relativement à une autre fonction f , telle que $g \leq f$ est définie de manière analogue par :

$$\delta_f^{(1)}(g) = \inf(\delta^{(1)}(g), f)$$

$$\delta_f^{(n)}(g) = \underbrace{\delta_f^{(1)}(\delta_f^{(1)}(\delta_f^{(1)}(\dots \delta_f^{(1)}(g))))}_{n \text{ fois}}$$

$\delta^{(1)}(g) = \delta_B(g)(x)$ est la dilatation euclidienne où B est un élément structurant de taille 1.

3.2. Reconstruction géodésique

Si nous itérons le processus d'érosion ou de dilatation géodésique de g relativement à f , après un certain nombre d'itérations les étapes ultérieures n'apporteront plus de modifications. Ces cas particuliers de l'érosion et la dilatation géodésiques s'appellent reconstructions. La reconstruction par érosion d'une image f à partir d'une image marqueur g se définit donc de la façon suivante :

$$\forall f, g \text{ telles que } f \leq g : R_f^*(g) = \varepsilon_f^{(+\infty)}(g)$$

Une érosion géodésique de taille infinie signifie simplement que la transformation est itérée jusqu'à idempotence.

Nous pouvons définir de façon analogue la reconstruction par dilatation qui est la transformation duale de la précédente :

$$\forall f, g \text{ telles que } g \leq f : R_f(g) = \delta_f^{(+\infty)}(g)$$

Un exemple de reconstruction par érosion est présenté à la figure 2. Cette transformation en tant que fonction de f (à g fixé) est une fermeture, elle reconstruit les vallées de f qui sont marquées par les vallées de g , les autres vallées sont comblées. En même temps, cette transformation en tant que fonction de g (à f fixé) est une ouverture, elle élargit toutes les vallées de g jusqu'à ce qu'elles atteignent les vallées correspondantes de la fonction f . Cette transformation est la brique élémentaire dans l'élaboration de certains filtres morphologiques (un filtre morphologique est un opérateur croissant et idempotent) très puissants [4].

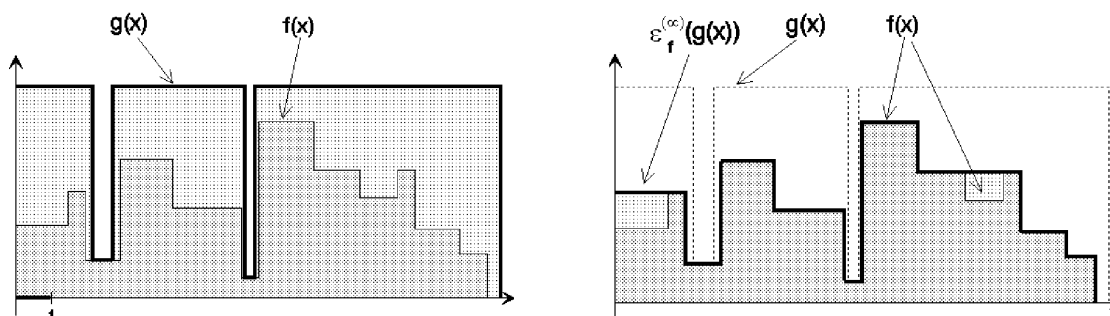


Figure 2 : Principe de la reconstruction par érosion

3.3. Minima d'une fonction

Une autre application de la reconstruction géodésique est l'extraction des minima d'une fonction. Il suffit de considérer la reconstruction par érosion de l'image f par l'image marqueur $g = f + 1$ [1]. En soustrayant l'image initiale de l'image reconstruite, on obtient la fonction indicatrice $k_m(f)$ des minima de f :

$$k_m(f) = R_f^*(f + 1) - f$$

On peut alors calculer sur ces minima certains paramètres comme la profondeur des zones de l'image qui leur sont associées. Ce paramètre a été utilisé dans cette étude pour éliminer parmi les objets mis en évidence par la reconstruction, ceux de contraste trop faible pour correspondre à des blocs-adresse.

4. Le traitement morphologique des plis postaux

L'ensemble du processus de traitement des plis postaux comporte deux principales étapes :

- un filtrage initial par reconstruction.
- l'extraction des lignes de texte par sélection des minima de l'image précédente.

4.1. Filtrage par reconstruction

4.1.1. Un algorithme directionnel

Ce filtrage a pour but d'extraire les éléments de l'image correspondant à des caractères, tout en supprimant les effets indésirables (réflexion de la lumière sur la surface du pli) et l'information inutile.

Nous savons que les caractères se présentent comme des régions en général connexes, à faibles niveaux de gris, et dont la surface totale est relativement petite par rapport à la surface totale de l'image. On peut noter que les caractères imprimés sont très souvent composés d'éléments rectilignes. La suppression de ces éléments rectilignes de l'image peut être

obtenue par une intersection de dilatations de l'image originale par des éléments structurant rectilignes pour toutes les directions de la grille de digitalisation en utilisant un algorithme de dilatation basé sur l'algorithme de tracé de lignes droites de Bresenham [2]. L'inf (ou intersection) des images obtenues nous donne une image où toutes les régions sombres de taille inférieure à la taille de l'élément structurant, quelque soit la direction, ont disparu. Cette transformation explique également le critère qui permet de choisir la taille de l'élément structurant : elle doit être plus grande que la taille maximale linéaire des caractères.

L'étape suivante du traitement consiste à reconstruire l'image originale à partir de l'intersection des dilatés. En soustrayant l'image originale, nous obtenons alors une image où apparaissent toutes les structures qui nous intéressent (les caractères), plus un bruit résiduel (figure 3b). Le "bruit" dû aux plissures ainsi qu'une grande part de l'information non représentative ont disparu.

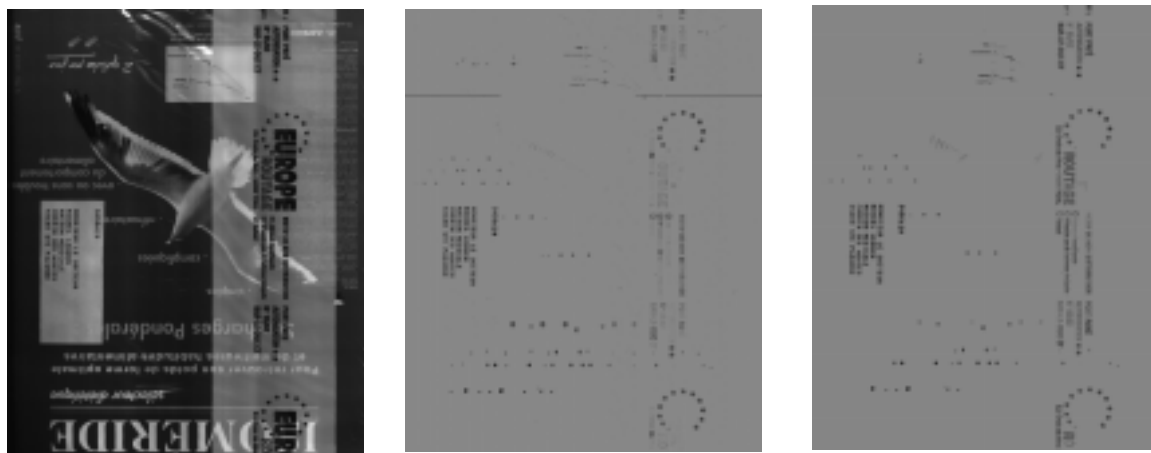


Figure 3 : Filtrage initial de l'image (a) : filtre directionnel (b), filtre isotrope (c)

4.1.2. Un algorithme isotrope

L'inconvénient majeur de l'algorithme précédent est sa lenteur proportionnelle au nombre de directions prises en compte. Dans l'algorithme initial, 44 directions sont utilisées. Il a donc semblé intéressant de tester la dégradation éventuelle des résultats si on diminuait fortement le nombre de directions. L'utilisation de huit directions puis de quatre a montré que la dégradation de l'algorithme était très faible. Cette faible dégradation s'explique par le rôle prépondérant joué par la reconstruction. En effet, dans la plupart des cas, les caractères dans l'image se présentent comme des entités isolées. Même et surtout si leur orientation ne correspond pas exactement à une des directions utilisées par les dilatations, ils risquent d'être supprimés d'autant plus vite, car c'est leur épaisseur qui contribuera à les éliminer. Inversement, on peut penser que le même phénomène jouera pour les éléments de l'image allongés et fins qui font partie des objets que l'on souhaite éliminer. C'est effectivement le cas, mais à la différence des caractères, ces éléments sont très souvent connectés à des parties de l'image assez épaisses. Ils seront donc totalement récupérés lors de la reconstruction par érosion. En diminuant le nombre de directions prises en compte, on ne risque pas de laisser passer des caractères, par contre il est possible que des objets sans intérêt soient conservés parce qu'ils présentent une taille moindre dans une direction parmi celles qui n'ont pas été prises en compte. De plus, ces objets ne doivent pas être connectés à des objets de plus grande taille, car, dans ce cas, la reconstruction les régénérera et ils seront éliminés. Les bons résultats obtenus en diminuant le nombre de directions prises en compte montre que, en dehors des caractères, ce type d'objet est très peu fréquent dans l'image. Il est donc naturel de modifier les

critères géométriques de sélection des caractères. Plutôt que d'utiliser un critère d'allongement limité dans toutes les directions, on utilisera un critère d'épaisseur faible. On constate immédiatement que ce critère s'applique aussi bien aux caractères imprimés que manuscrits (la faible épaisseur du trait est le seul caractère commun de toutes les écritures manuscrites). Le risque de conserver des objets non désirés est réduit par l'utilisation de la reconstruction qui utilise le deuxième critère, l'absence de connexion avec des gros objets présents dans l'image. La mise en oeuvre de ce critère revient donc à remplacer les dilatations rectilignes par une simple dilatation isotrope

La figure 3b permet de comparer le résultat du filtrage utilisant l'algorithme isotrope avec celui obtenu avec l'algorithme directionnel (cf. figure 3c).

4.2. L'extraction des lignes de texte

Pour séparer, après le filtrage initial, les caractères des autres objets de petite taille, nous allons utiliser le fait que les caractères sont en général proches et qu'ils forment des structures alignées. De plus, leur contraste est en général élevé.

Pour exploiter le premier critère, un filtre morphologique par ouverture et fermeture (encore appelé filtre alterné séquentiel) est réalisé [5]. Cette transformation connecte les caractères et élimine les objets de petite taille. Nous obtenons ainsi une image où les lignes de caractères se présentent comme des régions homogènes à faibles niveaux de gris (figure 4a).

Le deuxième critère peut être mis en évidence par un simple seuillage automatique de l'image précédente. Cependant le seuil n'est pas déterminé à partir de l'histogramme de l'image mais plutôt à partir de l'histogramme des profondeurs des minima. La figure 4b présente le résultat de cette binarisation ainsi que l'image finale obtenue en masquant le résultat du filtrage initial avec l'image binaire précédente.

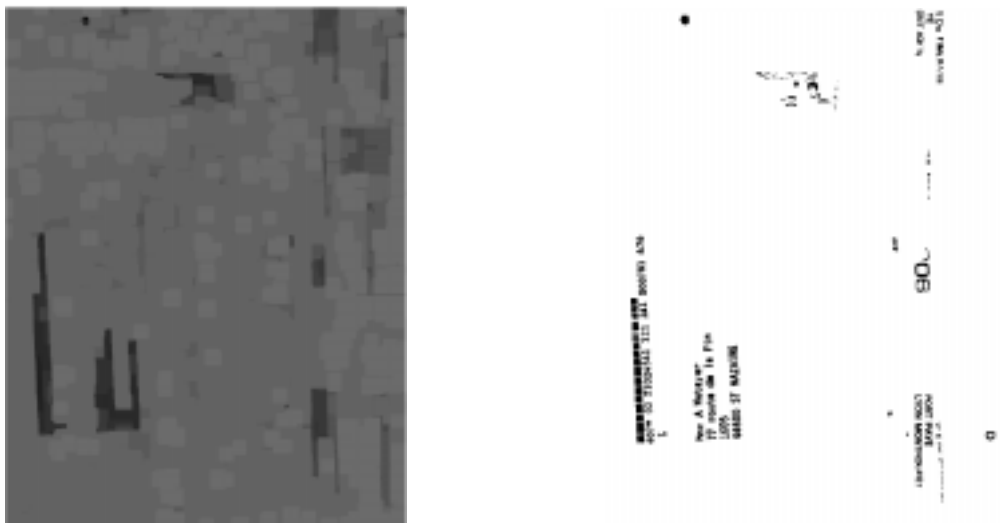


Figure 4 :Extraction des lignes de texte (cf. fig. 1a), 1ère étape (a), résultat final (b)

5. Résultats et conclusion

La figure 5 illustre quelques résultats obtenus sur les trois types de documents avec l'algorithme isotrope.

Les travaux réalisés dans le cadre de cette étude ont permis de mettre au point une procédure (avec des variantes possibles) efficace de filtrage des informations non pertinentes dans les images de plis postaux. Cet algorithme, de plus, ne requiert qu'un seul paramètre, lié à la taille et/ou à l'épaisseur des caractères du bloc-adresse. Cette caractéristique et le fait que l'intervalle d'adéquation de ce paramètre soit assez large le rendent très robuste. Son

application sur la banque d'images test fournie par le SRTP a fourni des résultats très satisfaisants. L'extension de l'algorithme initial aux manuscrits a pu être menée à bien sans dégradation substantielle de ses performances sur les plis imprimés. Ces performances sont telles que l'implantation matérielle de l'algorithme est envisageable avec des performances satisfaisantes et un coût raisonnable.



Figure 5 : Exemples de résultats : pli plastique (a), pli papier (b), manuscrit (c)

6. Références

- [1] S. Beucher. *Segmentation d'images et Morphologie Mathématique*. Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 1990.
- [2] E. Breen & P. Soille. Generalization of Van Herk recursive erosion/dilation algorithm to lines at arbitrary angles. In K. Fung and A. Ginige, editors, *Digital Image Computing: Techniques and Applications*, p. 549-555, Sydney, Dec. 1993.
- [3] J. Serra. *Image Analysis and Mathematical Morphology*, Vol. 1. Academic Press New York, 1982.

- [4] J. Serra. *Image Analysis and Mathematical Morphology*, Vol. 2. Academic Press New York, 1988.
- [5] S.R. Sternberg. Morphology for grey-tone functions. *CVGIP*, 35:333-355, 1986.