

Système d'interprétation de documents techniques

***Christophe PIEPLU, *Ali AL-HAMDI, *Rémy MULLOT,
Jean Marc OGIER, *Patrick DUMAS

*Laboratoire La3i-PSI, Université de Rouen, 76821 Mont Saint Aignan Cedex -France-
Tél : (33) 02 35 14 65 88, Fax : (33) 02 35 14 66 18, Email : Remy.Mulot@univ-rouen.fr

** Laboratoire LASTII, ENSSAT Lannion, 6 rue de Kérampont, 22300 Lannion - France-

RÉSUMÉ

Dans cet article, nous présentons une méthodologie pour l'acquisition et l'interprétation automatique des planches cadastrales françaises. Notre approche a pour but de construire un système basé sur la vision active ainsi que sur une description hiérarchisée du document. Ce système s'appuie sur deux stratégies très librement inspirées de la vision humaine, vision globale et vision locale, en utilisant un «cycle perceptif». A partir de cette proposition, une description du système sera abordée et quelques résultats expérimentaux de traitement seront illustrés.

1 Introduction

L'interprétation de documents techniques est un domaine de recherche riche en méthodes et en concepts différents. De nombreux travaux ont été publiés, que ce soit dans le domaine des documents cartographiques[Deseilligny 95], des schémas mécaniques[Vaxivière 92][Joseph 92] ou électriques, voire des plans cadastraux ou cartes techniques[Boato 92][Den Hartog 96]. Notre étude porte plus particulièrement sur les plans cadastraux, l'objectif étant d'interpréter le plus automatiquement possible ce type de documents.

L'approche que nous présentons s'inspire très largement d'études sur la perception visuelle. La première phase du projet est décrite dans[Ogier 95]. Nous proposons, dans cet article, de décrire l'implantation matérielle de la stratégie d'interprétation associée aux différents traitements à travers un dispositif de vision active[Swain 93]. Cette mise en place induit nécessairement des modifications de la méthodologie que nous proposons d'analyser. Dans cet article, nous reviendrons sur les bases méthodologiques de notre démarche, puis nous analyserons les propositions matérielles envisagées. A partir de ces propositions, une analyse de la méthodologie dite de "focalisation" sera décrite, et mise en parallèle avec celle initialement traitée dans le cadre de la

ABSTRACT

In this paper, we propose a methodology for the acquisition and the interpretation of images of French cadastral maps. Our approach is aiming to construct a visual system based on the combination of the active vision and the hierarchical description of the document. The resulting system integrates peripheral and central processing strategies within a «perceptive cycle» modeled on the human perception. To signify the feasibility of the proposed system, a brief description of the system is discussed and some experimental results are shown.

simulation de l'approche. Nous illustrerons les traitements par des images résultats.

2 La méthode d'interprétation.

La méthodologie d'interprétation [Ogier 95] est basée sur une mise en parallèle d'une approche cyclique (cycle perceptif) de construction des objets au sens du cadastre, et de traitements permettant d'émettre des hypothèses (vision globale) et de vérifier ces hypothèses (vision locale). Ces deux approches sont une simplification caricaturale des visions périphériques et fovéales de la perception humaine.

A partir de la globalité du document, une structuration de la planche suivant les grands objets en présence permet d'obtenir une segmentation en îlots. Puis, pour chaque îlot, une détermination des zones de densité forte permet la caractérisation de textures régulières : les hachures. Dès lors, il est possible, d'un point de vue locale, de traiter chacun des îlots afin d'extraire les zones hachurées à partir des modèles extraits par la vision globale, de localiser les caractères et de les reconnaître, et enfin d'extraire les objets linéaires (bords de parcelles).

Une fois les objets reconstruits, le dispositif peut alors amorcer l'analyse de leur cohérence, suivant le modèle du document prédéfini, d'après un cycle "perceptif". Cette analyse permet de redéclencher des analyses de bas niveaux (opérateurs d'extraction des hachures, reconnaissance des

caractères, suivi de ligne) en fonction du type d'incohérence détectée.

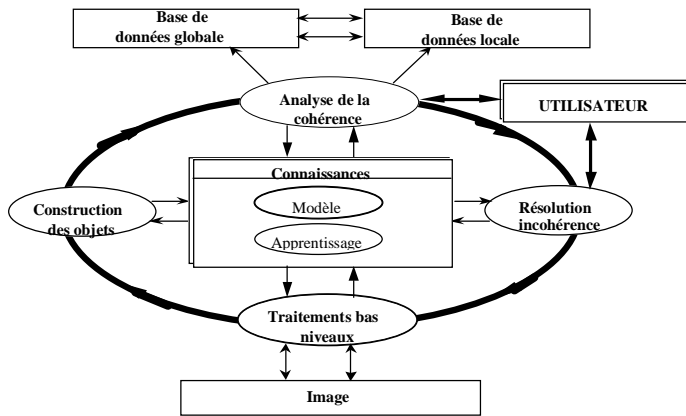


Figure 1 : Cycle perceptif d'interprétation

L'ensemble de ces traitements sont réalisés sur calculateurs, c'est à dire que l'on dispose d'une image numérisée par un scanner, les vues globales et locales étant obtenue par des traitements numériques sur les données.

3 Vers un dispositif de vision active

Le dispositif précédent permet d'interpréter de façon satisfaisante les documents techniques. Il apparaît cependant des difficultés d'algorithmique dans les traitements locaux, ainsi que dans les approches de focalisation. Par exemple, la vision globale permet de caractériser le modèle des hachures, mais elle ne permet pas d'émettre des hypothèses sur la structure des parcelles dans l'îlot. Il en résulte des incohérences comme définies sur la figure 2, que l'on doit traiter localement.



Figure 2 : Incohérence de traitement des hachures

Une analyse fine de la figure 1 montre que l'image comporte un ensemble de données se situant en dehors du cycle d'interprétation. Or, il apparaît que suivant le type de traitement envisagé, les données acquises doivent être différentes dans leur résolution, mais également dans leur mise au point (défocalisation).

Pour ce faire, nous avons mis en place un dispositif composé de 2 caméras, l'une permettant de disposer d'une vision plutôt globale (25 à 160 DPI), l'autre d'une vision plutôt locale (120 à 400DPI). Ces deux caméras disposent de systèmes de réglage optique permettant d'agir sur la focale, la mise au point, et le diaphragme. Dès lors, il est possible à la fois d'agir sur la zone de traitement par déplacement de

ces deux caméras en 2D, mais également d'agir sur les paramètres d'acquisition. Notre cycle de traitement intègre donc l'image et ses paramètres d'acquisition.

4 Traitement ascendant d'une chaîne d'interprétation

La démarche d'interprétation se décompose en une phase ascendante permettant par analyse locale et globale d'extraire les primitives du document et de reconstruire les objets au sens du cadastre. Puis, une phase descendante propose d'analyser les incohérences d'interprétation et de les traiter par action sur le paramètre d'acquisition, les modules de traitement bas niveau, voire les traitements liés à la reconstruction des objets. Dans cet article, nous envisagerons que la phase montante du dispositif.

L'ensemble de la démarche est illustré par la figure 3, et par les images 1 à 6. D'un point de vue méthodologie, une première segmentation de la planche est réalisée à partir d'une image globale acquise sur la 1ère caméra (Image 1) en niveaux de gris, à la résolution la plus faible. La connaissance du nombre d'îlots et de leur topologie permet dès lors de se focaliser sur chacun d'eux. L'image 2 montre cette focalisation. Cette image "semi-globale "illustre le niveau intermédiaire entre la vision globale et locale, permettant sur chacun des îlots, d'extraire des informations issues d'indices visuels, en vue de l'analyse locale ultérieure. Dans un premier temps, il nous est apparu intéressant de dégager la structure de l'îlot (squelette formé par les bords de parcelles, la position hypothétique des caractères, et la présence de hachures.

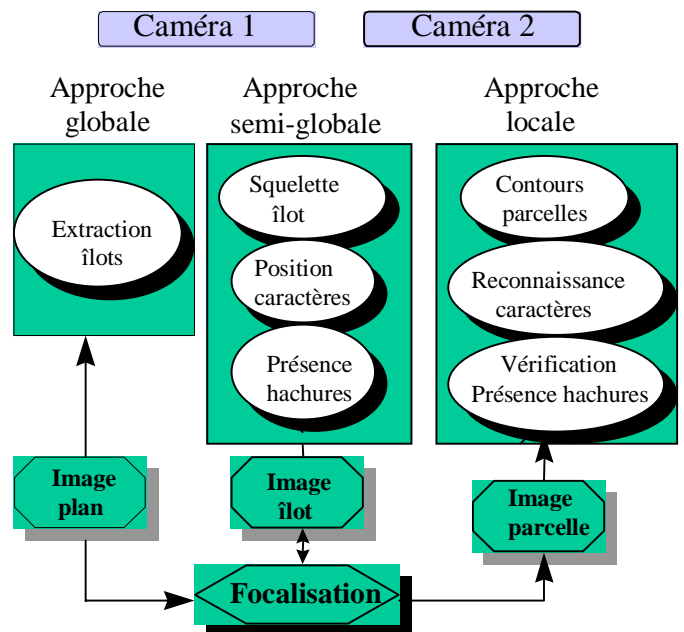


Figure 3 : Phase montante du dispositif d'interprétation

Plutôt que d'envisager une algorithmique complexe de traitement de l'image, un léger défaut de mise au point de l'image permet de renforcer les traits correspondant aux bords de parcelles, et par voie de conséquence, de distinguer 3 modes sur l'histogramme des niveaux de gris de l'image (Image 5), un pour les traits de bords de parcelles et les caractères, un pour les hachures, et un pour le fond. Un seuillage adapté permet alors d'extraire les bords de parcelles formant ainsi un "squelette" de l'îlot (Image 3). Ce squelette est riche en information puisqu'il fournit la topologie des parcelles les unes par rapport aux autres. Il suffit ensuite de focaliser sur chacune des parcelles, avec la meilleure résolution afin d'extraire des mesures précises des segments définis à partir du squelette de l'îlot sur l'image "semi-globale" avec la connaissance précise de la topologie des parcelles.

L'image 4 montre la focalisation sur la parcelle 281. A partir de cette image, un défaut de mise au point permet de créer de nouveau 3 modes sur l'histogramme des niveaux de gris. Il est alors simple d'extraire les bords de parcelles, de les squelettiser, les polygonaliser, de vérifier la superposition des traits synthétiques avec l'image initiale. Ce traitement s'effectue sous le contrôle du squelette de l'îlot, connaissance forte sur la topologie de la parcelle. Le résultat de ce traitement est illustré par l'image 6.

5 Discussion

Ce principe d'extraction des textures régulières par action sur les paramètres optiques du système d'acquisition est tout à fait intéressant pour l'extraction du squelette de l'îlot à résolution intermédiaire. Cependant, le principe même de cette extraction montre qu'elle est adaptée à des textures pour lesquelles l'épaisseur des traits est inférieure à l'épaisseur des traits des bords de parcelles. Le "filtrage" est alors réalisé par intégration sur le capteur lui-même.

Or, ces conditions ne sont pas systématiquement remplies sur l'ensemble des plans du cadastre, du fait de la variabilité de la représentation. Aussi, dans le cadre de traits d'épaisseurs identiques, l'information niveaux de gris devient non homogène, les points formés par la connexion des hachures avec les traits de contour devenant des informations prépondérantes sous la forme de sur-épaisseurs de niveaux de gris différents du reste du trait. Le processus de "filtrage" sur ce type d'images donne lieu à des traits discontinus comme on peut le voir en partie sur l'image 3. Sans remettre en cause le principe même de l'extraction des textures, des retours sur l'image en niveaux de gris permettent de donner un critère quantitatif pour faire disparaître ces petites discontinuités. Le critère est basé sur le seuil minimal permettant de relier deux composantes connexes voisines.

Au niveau de la parcelle, le traitement de l'histogramme peut ne pas permettre d'extraire les bords de parcelles. Dans ce cas, une méthodologie concurrente est alors mise en place, sur la base d'une mise en correspondance des traits du squelette de l'îlot et des traits issus du traitement des parcelles. De façon plus systématique, ce traitement est

envisagé même si le "filtrage" est envisageable, afin de mettre en concurrence les résultats des deux approches.

6 Conclusion

Le dispositif que nous proposons est dans sa phase de mise en place. Cependant, le principe de focalisation que nous avons envisagé et les images obtenues montrent la validité de l'approche par rapport au dispositif de traitement numérique. Il apparaît donc que la phase montante permettant de reconstruire les parcelles dans un îlot est tout à fait pertinente et originale. Cette coopération entre les paramètres optiques, les paramètres de déplacement, et les paramètres des algorithmes de traitement donne à ce système, une complémentarité des points de vue, complémentarité difficile à mettre en oeuvre sur un système en simulation.

La suite du travail consiste à implanter l'ensemble du dispositif "cycle perceptif" et de gérer les incohérences inhérentes au document. Cependant, le choix envisagé et les performances sur la phase montante nous laissent très optimistes quand au fonctionnement de l'ensemble du dispositif.

7 Bibliographie

- [Boato 92] Boatto L. & al., An interpretation System for Land Register Maps, *IEEE Computer Magazine*, volume 25, n°7, page 25-33, Juillet 1992.
- [Den Hartog 96] den Hartog J.E., Ten Kate T.K., Gerbrands J.J, Knowledge-based interpretation of utility maps, *Computer Vision and Image Understanding*, Vol 63, N°1, page 105-117, 1996.
- [Deseilligny 95] Deseilligny M.P, Le Men H., Stamon G., Lecture automatique des écritures., Lecture automatique d'écritures sur cartes scannées, *Traitement du Signal*, Vol 12, N°6, page 639-652, 1995.
- [Joseph 92] Joseph. S.H, Pridmore P., Knowledge-Directed Interpretation of Mechanical Engineering Drawings, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, volume 14, n°9, pages 928-940, Septembre 1992.
- [Ogier 95] Ogier J.M, Mullot R, Labiche J, Lecourtier Y, Interprétation de documents par cycles perceptifs de construction d'objets cohérents, *Traitement du Signal*, Vol 12, N°6, page 627-637, 1995.
- [Vaxivière 92] Vaxivière P, Tombre K., CELESTIN : CAD conversion of Mechanical Drawings, *IEEE Computer Magazine*, volume 25, n°7, pages 46-54, Juillet 1992.
- [Swain 93] M. J. Swain and M.A. Stricker et al, Promising Direction in Active Vision, *International Journal of Computer Vision*, Vol. 11, No. 2 pp. 109-126, 1993



Image 1: Image globale

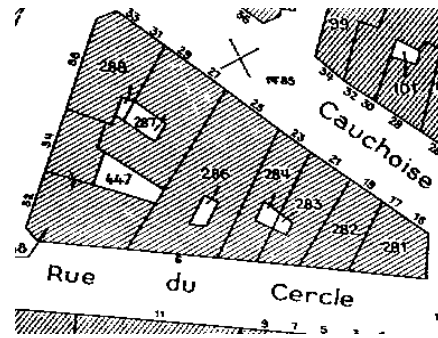


Image 2 : Focalisation sur un îlot seillé

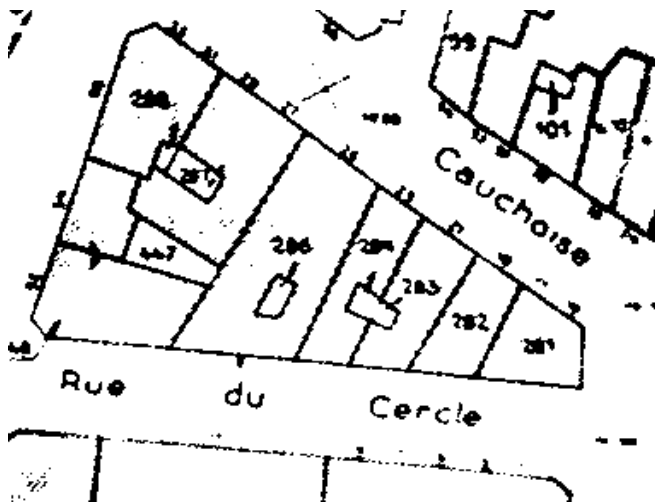


Image 3 : îlot avec défaut de mise au point et seillé

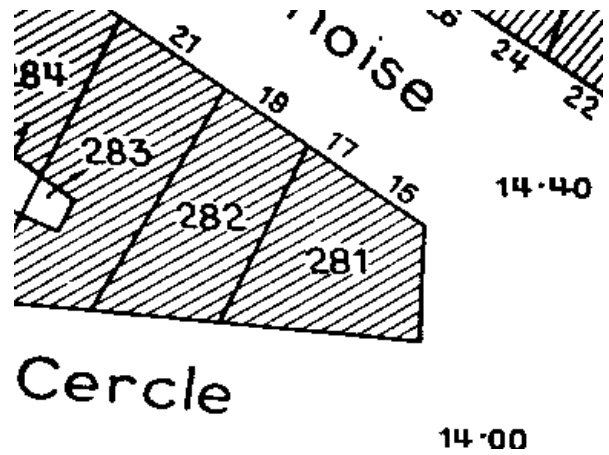


Image 4 : Focalisation sur la parcelle 281 seillée



Image 4 : Focalisation sur la parcelle 281 seillée



Image 6 : Parcelle 281 extraite, polygonalisée, attribut hachure affecté.