

# Application des courbes de Peano en recherche d'image par le contenu

Adel Hafiane, Bertrand Zavidovique

Institut d'Electronique Fondamentale, Université de Paris-Sud XI, 91405 Orsay, France  
{prénom.nom}@ief.u-psud.fr

**Résumé.** Dans cet article nous présentons une application des courbes de Peano pour la caractérisation de régions par leur texture et l'établissement d'inter- relations spatiales à des fins de "CBIR". Les résultats obtenus sont comparables à ceux d'un humain sur une base de 330 images aériennes.

## 1 Introduction

La segmentation est un facteur clef de la recherche d'images par le contenu (CBIR). La couleur, la texture et la forme sont les principaux attributs visuels en CBIR (Flickner et al. 1995, Carson et al. 1999). Ils ne garantissent pas des réponses assez sûres. On les complète donc par des relations spatiales entre objets, supposant que l'image est organisée (Chang et al. 1987, Gudivada et Raghavan. 1995, El-Kwae et Kabuka. 1999). L'abstraction et la sémantique limitées sont ici fondées sur les régions. Compte tenu de l'application (Système d'Information Géographique) nous considérons que les régions significatives correspondent à un effort minimal d'analyse de texture, tel que peut le produire un non spécialiste. Elles sont extraites par balayages de Peano localement optimaux et co-occurrence de gradients constante, liés à la couleur (moyenne et variance R,V,B presque constantes). Les relations spatiales exploitent la droite inter-centres. Le tout est représenté par un graphe (ARG) (Hafiane et al. 2004). Le calcul des liens entre régions exploite le même type de représentation, renforçant le caractère sémantique limité de la distance entre images. Notre étude recouvre 1) caractérisation des régions extraites par l'humain et vérifiées efficaces pour la requête, 2) conception d'une segmentation automatique en régions basée sur les mêmes variables 3) vérification expérimentale de "rappel" et "précision" comparables pour l'automate et l'humain. Le caractère naturellement multi-résolution de notre segmentation/codage d'images fournit un degré de liberté supplémentaire pour adapter la méthode à des classes d'images plus spécifiques en cas de besoin. Nous rappelons brièvement dans la suite ce qu'est un balayage de Peano et la structure d'arbre associée puis le calcul de distance dans l'arbre. Nous expliquons la segmentation par "Fuzzy C-means" (FCM) modifié avant de conclure sur quelques résultats comparant l'homme et la machine.

## 2 Les Courbes de Peano

Les courbes de Peano appliquent récursivement les points d'un espace (e.g. image) sur une courbe (e.g. balayage) en les ordonnant en séquence de motifs (figure 1 a). Etant donné un entier  $x \in \mathbf{Z}$ , son code de Peano "en  $\mathbf{Z}$ " dans le plan est :

$$p_2(x) = 2^{2^{\lfloor \log_2 x \rfloor}} + p_2(x - 2^{\lfloor \log_2 x \rfloor}) \quad \text{avec} \quad p_2(0) := 0 \quad (1)$$