

LE TRAITEMENT D'IMAGES TEMPS REEL AU CENTRE DE MORPHOLOGIE MATHÉMATIQUE

Serge BEUCHER & Jean-Claude KLEIN

L'analyse d'image au Centre de Morphologie Mathématique

Le Centre de Morphologie Mathématique (CMM) de l'Ecole des Mines de Paris a été créé en 1967 sous la direction de Georges MATHERON assisté de Jean SERRA, son actuel directeur. Si au départ, la géostatistique minière constituait l'axe majeur des travaux du laboratoire, très vite il s'orienta vers le traitement des images microscopiques.

L'activité du CMM est assise sur une triple base formée par les développements théoriques, des applications de traitement d'image issues de domaines très variés et enfin par la conception d'analyseurs d'images (systèmes complets, cartes spécifiques et ASICs). Ces trois axes de recherche sont complémentaires et ont contribué ensemble à l'expansion de la morphologie mathématique et à son usage de plus en plus fréquent en traitement d'image. Si, il y a quelques années, ses domaines de prédilection étaient encore la biologie et la métallurgie, son utilisation s'est considérablement élargie depuis aux secteurs d'activité comme les télécommunications, le contrôle industriel, l'analyse de scènes, la radiologie médicale, etc. . Parallèlement à cet élargissement des applications, on a assisté à un changement d'échelle à la fois dans la provenance des images (utilisation de larges banques d'images macroscopiques) et dans la complexité de leur analyse. Ce changement d'échelle explique aussi que les premiers analyseurs d'image, qui étaient des systèmes de laboratoire (Le TAS de Wild-Leitz, le NS1500 de Nachet Vision, le MorphoPérior de MSII, le Quantimet 570 de Leica, tous ces systèmes ayant été conçus avec le CMM et commercialisés par TRANSVALOR) ont laissé la place à des systèmes modulaires capables d'effectuer du traitement morphologique en temps réel. Ainsi le CMM a étudié et développé une nouvelle architecture électronique (figure 1) et logicielle basée sur un environnement VME. Cette nouvelle architecture est basée sur un ASIC (Application Specific Integrated Circuit) de morphologie, PIMM1, développé au CMM et distribué par la société LSI Logic. Elle est constituée d'un noyau de base (carte processeur 68040, carte d'acquisition et de visualisation d'images, mémoire image à haute vitesse d'accès et processeur morphologique comportant 4 PIMM1s) et a été conçue pour pouvoir accueillir des processeurs spécifiques d'une application. A titre d'exemples, trois systèmes, intégrés dans le même environnement, sont présentés ci-après; les deux premiers sont des outils de recherche, le troisième est un produit industriel.

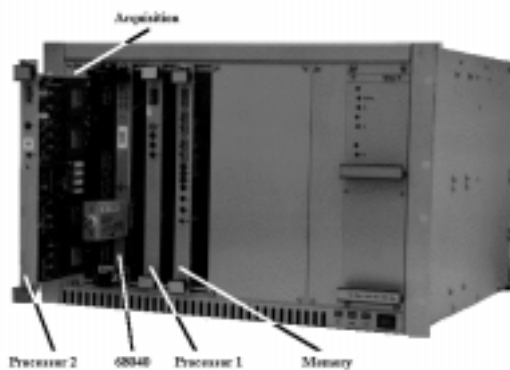


Figure 1

Le projet PROMETHEUS

Le CMM a participé en partenariat avec PSA, RENAULT, la société DIALEXIS, l'INRIA, l'IRISA, le LIFIA, le LASMEA à Clermont-Ferrand, l'USTL à Lille et l'UTC à Compiègne, dans le cadre du projet Européen PROMETHEUS (programme EUREKA destiné à améliorer la fluidité et la sécurité du trafic), à l'élaboration d'un véhicule démonstrateur PROLAB2. Ce véhicule, équipé de plusieurs caméras ainsi que d'un télémètre, était destiné à montrer l'intérêt du traitement d'image dans l'assistance à la conduite. Le rôle du CMM a consisté à élaborer des algorithmes de traitement d'images permettant de repérer la chaussée, les voies de circulation et les obstacles.

Ces algorithmes sont basés exclusivement sur la morphologie mathématique. La chaussée et les voies de circulation sont extraites grâce à un outil de segmentation morphologique performant: la ligne de partage des eaux (figure 2a). Cette segmentation permet de définir des marqueurs des voies et de calculer un modèle géométrique de la chaussée actualisé en permanence. Plusieurs critères sont utilisés pour détecter les obstacles. Des critères de contraste et de géométrie permettent la sélection des candidats potentiels. Les obstacles finaux sont repérés par des critères de symétrie. Enfin, seuls les candidats situés sur la chaussée précédemment segmentée sont retenus.

Le traitement d'images fournit au conducteur des informations importantes: le nombre et la géométrie des voies, la nature du marquage au sol, la présence et la position des obstacles et les distances de sécurité (figure 2b).

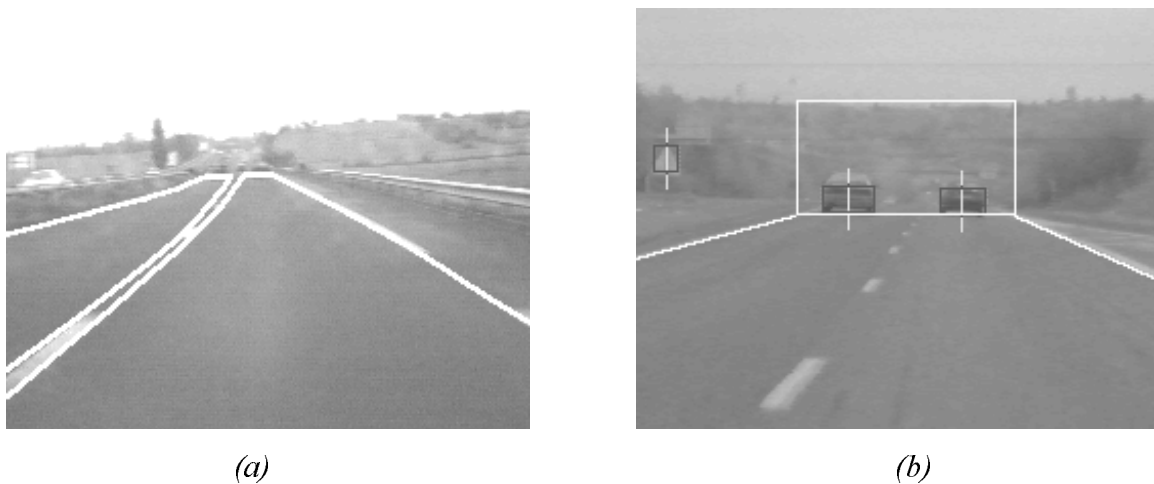


Figure 2

Le traitement en temps réel des images est effectué par un système embarqué dans le véhicule. Ce système comprend trois modules de traitement travaillant en parallèle. L'ensemble du processeur comporte douze circuits intégrés PIMM1, ce qui permet de réactualiser la segmentation et la détection d'obstacles tous les 200 ms.

MICS (Morphological Image Compression System)

Ce système a été réalisé dans le cadre du projet européen Morpheco (programme RACE) mené en collaboration avec l'UPC à Barcelone, l'EPFL à Lausanne, le LEP à Limeil-Brevannes, la société Ibermatica à Madrid et la société Zenon à Athènes. Ce projet était orienté sur la mise au point de nouvelles méthodes de compression d'images utilisant la morphologie mathématique. Les procédures d'analyse d'images les plus coûteuses en temps de

traitement ont été implémentées dans un processeur spécialisé. Comparé aux stations de travail actuelles le gain en vitesse est voisin de 100.

MIDAS (Morphological Image Data Analysis System)

Ce produit a été réalisé pour la société belge OCAS (groupe SIDMAR-ARBED-ALZ) dans un cadre industriel pour la mesure de la déformation de tôles embouties. L'opération consiste à imprimer une grille sur la tôle avant emboutissage et à mesurer automatiquement par analyse d'images les coordonnées des points d'intersection de la grille après emboutissage. La connaissance de ces paramètres permet ensuite de caractériser la déformation. Le résultat de la détection des points de croisement est illustré par les figures 3a (image acquise) et 3b (points de croisement). Le temps total de traitement est inférieur à 6 secondes pour une image 512x512 pixels. Comparé aux stations de travail actuelles, le gain en vitesse est supérieur à 30.

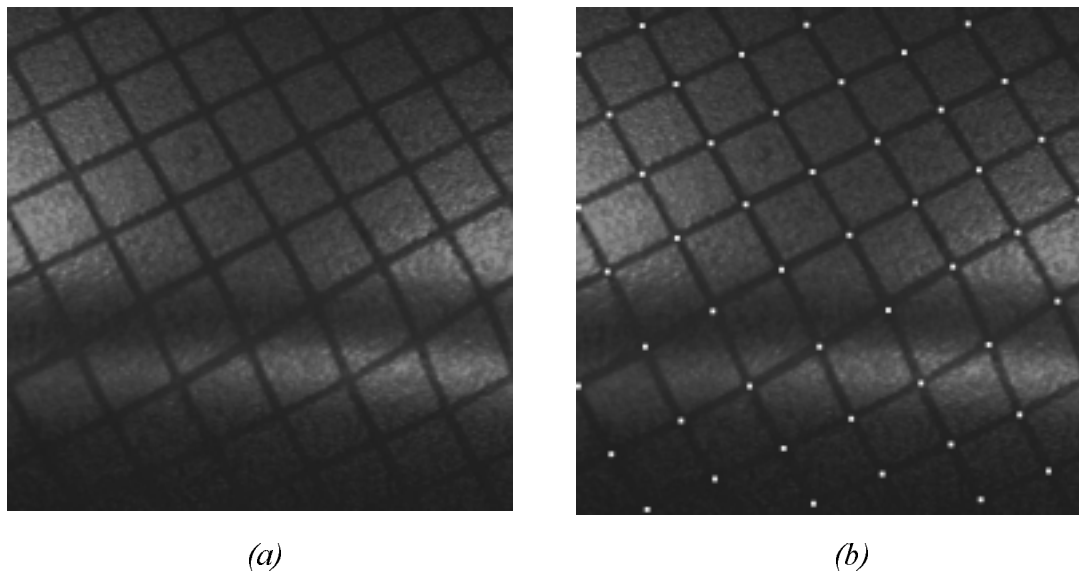


Figure 3

Futurs développements

Les exemples précédents montrent que cette architecture flexible permet de réaliser à moindre coût de développement des systèmes d'analyse d'images parfaitement adaptés aux applications à résoudre. Néanmoins, il s'agit de systèmes haut de gamme dont le prix final reste encore important pour les PME. C'est pourquoi le CMM recherche actuellement des partenaires pour développer un produit performant et bon marché dans l'environnement PC. Ce produit pourrait être utilisé à la fois dans le domaine industriel et dans l'enseignement.