

# Recognition of handwritten numerals using topological structures and Fourier descriptors of numeral contours

## Reconnaissance de chiffres manuscrits par une structure parallèle basée sur les descripteurs de Fourier des contours

Dahai Cheng, Rabab K. Ward, and Hong Yan\*

A new recognition structure for handwritten numerals is proposed. The method is basically a multistage structure combined with a parallel recognition classifier, which is based on the topological properties of the characters, statistical analysis, the positions of centroids of outer and interior contours, and the distance of the furthest point of the character outer contour from the centroid. This new scheme eventually classifies input characters into one of 14 subgroups. This recognition structure is more effective than a single-stage classifier, especially for handwritten characters, because of the vast variations in writing styles. After preprocessing (broken-character mending, gap filling, noise removal and contour smoothing) and contour following, a handwritten character is classified into one of three groups according to its topological properties. Then, each group is further classified into subgroups and so on. After classification as to which of the 14 subgroups the input character belongs to, the final recognition is based on a comparison of the Fourier descriptors of the outer contour of the input character and those of prototypes of that subgroup. In our experiment, 1000 characters from the NIST [33] database were used for the statistical analysis, and 427 prototypes representing different writing styles were chosen for comparison; then 5841 different characters were used for testing. The recognition rate obtained was 98.31%, with a reliability of 99.12%, a substitution rate of 0.87% and a rejection rate of 0.82%.

Cet article présente une nouvelle structure pour la reconnaissance de chiffres manuscrits. Cette structure est à plusieurs étages et est combinée à un classificateur parallèle reposant sur les propriétés topologiques des caractères, l'analyse statistique, la position du centre de gravité du contour intérieur et du contour extérieur, de même que sur la distance entre le point le plus éloigné du contour et le centre de gravité. La structure classe les caractères d'entrée en 14 catégories. Cette structure est plus efficace qu'une structure à un étage, spécialement pour les caractères manuscrits, en raison de la grande variabilité dans les écritures. Après une étape de pré-traitement (recollage de caractères séparés, remplissage de trous, élimination du bruit et adoucissement du contour) et une étape de suivi de contour, un caractère manuscrit est classé selon ses propriétés topologiques. Ensuite, chaque groupe est classé en sous groupes, etc. Après l'identification du groupe (parmi les 14 groupes) auquel appartient le caractère, la reconnaissance finale est effectuée grâce à la comparaison des descripteurs de Fourier du contour externe du caractère aux prototypes de ce sous groupe. Dans nos expériences, 1000 caractères tirés de la base de données NIST [33] sont utilisés pour l'analyse statistique et 427 prototypes représentant les différents types d'écriture sont utilisés pour la comparaison. Ensuite, 5841 caractères différents sont utilisés pour les tests. Un niveau de reconnaissance de 98.31% a été atteint avec une fiabilité de 99.12%, un niveau de substitution de 0.87%, et un niveau de rejet de 0.82%.

---

\*Dahai Cheng is with MacDonald Dettwiler, 13800 Commerce Parkway, Richmond, B.C. V6V 2J3 (E-mail: dcheng@mda.ca). Rabab K. Ward is with the Centre for Integrated Computer Systems Research, University of British Columbia, Office 289-2366 Main Mall, Vancouver, B.C. V6T 1Z4 (E-mail: rababw@ece.ubc.ca). Hong Yan is with the Department of Electrical Engineering, University of Sydney, Sydney, NSW 2006, Australia.