



HAL
open science

Une approche locale en mode indépendant du texte pour l'identification de scripteurs : Application à l'écriture arabe

C. Djeddi, L. Souci-Meslati

► **To cite this version:**

C. Djeddi, L. Souci-Meslati. Une approche locale en mode indépendant du texte pour l'identification de scripteurs : Application à l'écriture arabe. Colloque International Francophone sur l'Écrit et le Document, Oct 2008, France. pp.151-156. hal-00334411

HAL Id: hal-00334411

<https://hal.science/hal-00334411>

Submitted on 26 Oct 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Une approche locale en mode indépendant du texte pour l'identification de scripteurs : Application à l'écriture arabe

DJEDDI Chawki¹, SOUCI-MESLATI Labiba²

¹ Centre universitaire Cheikh Larbi Tebessi, Route de Constantine, 12002, Tébessa, Algérie

² Laboratoire LRI, Université Badji Mokhtar, BP 12, 23000, Annaba, Algérie

djeddi_2008@yahoo.fr, souci@lri-annaba.net

Résumé : Très peu de travaux de recherche ont été proposés dans le domaine de l'identification hors-ligne de scripteurs utilisant l'écriture arabe, et la majorité de ces travaux supposent que le texte est fixe.

Dans cet article nous proposons une approche locale pour l'identification de scripteurs en mode indépendant du texte sur des documents en arabe. Cette approche se base sur l'extraction des formes invariantes et propres à l'écriture de chaque scripteur à partir d'un processus de découpage de l'image d'un mot en imagerie suivi par la classification séquentielle de ces imagerie.

Cette approche ne nécessite pas des échantillons de grande taille et nous a permis d'obtenir des résultats de l'ordre de 90% d'identification correcte pour 33 scripteurs sur une base de noms de wilayas algériennes. Les performances ont atteint 93,93% d'identification correcte pour 33 scripteurs sur des documents extraits de la base IFN/ENIT des noms de villes et villages tunisiens.

Mots-clés : Ecriture arabe manuscrite, Identification de scripteurs, Imagerie, Invariants du scripteur, Mode indépendant du texte, Pattern matching.

1 Introduction

L'identification de scripteurs s'inscrit dans la même problématique que la reconnaissance automatique de l'écriture mais ne semble pas poser le même type de difficultés. En effet, la tâche d'identification de scripteurs peut tirer profit de la variabilité des écritures afin de les discriminer, alors que la tâche de reconnaissance doit, au contraire, parvenir à s'affranchir de la variabilité entre les scripteurs pour identifier le message textuel quel qu'en soit le scripteur [BEN 04, BUL 07a].

Malgré la large applicabilité de la reconnaissance automatique de l'écriture qui a longtemps dominé les recherches dans l'analyse des documents, un retour remarquable est constaté, ces dernières années, de la communauté des chercheurs du domaine vers le développement de nouvelles approches relevant de l'identification de scripteurs [BUL 07a].

Dans cet article, nous nous intéressons au problème de l'identification automatique de personnes à partir d'échantillons de leur écriture en arabe.

L'identification de l'auteur d'un document est un problème de reconnaissance de formes très intéressant avec une applicabilité directe sur plusieurs domaines tels que la sécurité au niveau des activités financières par la vérification de signatures [PLA 89], l'authentification des auteurs de documents tels que les actes de ventes dans les cours de justice, par exemple, l'authentification des auteurs dans des systèmes de navigation et d'interrogation de bases de documents manuscrits anciens numérisés [BEN 04] et l'adaptation de systèmes de reconnaissance hors ligne de textes manuscrits à l'écriture à reconnaître [NOS 02].

L'identification de scripteurs est la tâche qui consiste à identifier, parmi un ensemble de scripteurs connus du système l'auteur du document lu en entrée [PLA 89]. Si n'importe quel texte peut être employé pour établir l'identité de l'auteur, la tâche est dite indépendante du texte [BUL 07a]. Autrement, si un auteur doit écrire un texte prédéfini particulier (tel que sa signature) pour s'identifier ou pour vérifier son identité, la tâche est dite dépendante du texte [BUL 07a]. L'identification de scripteurs peut être effectuée en temps réel (en ligne), où les informations temporelles et spatiales de l'écriture sont disponibles, ou en différé (hors-ligne), quand seulement une image de l'écriture est disponible [BEN 04].

La méthode proposée dans ce travail est basée sur une approche locale en effectuant l'extraction des formes spécifiques et invariantes d'un scripteur [BEN 04, NOS 02, SER 03, SID 07]. Ces formes spécifiques sont trouvées pendant une phase d'apprentissage à partir d'un processus de découpage de l'image en imagerie [SER 03, SID 07] suivi par une classification séquentielle de ces imagerie.

Mis à part l'approche proposée par Bulacu et al [BUL 07], toutes les approches qui ont été proposées pour l'identification de scripteurs sur des documents arabes manuscrits sont fondées sur des caractéristiques texturales et structurelles (voir section 2). Malgré le fait qu'elles donnent d'assez bons résultats, nous avons choisi de caractériser l'écriture par des caractéristiques locales (imagerie) car ce type de caractéristiques n'a jamais été considéré dans le cas de l'identification de scripteurs de documents arabes.

Les imagettes sont des formes propres à l'écriture d'un scripteur, ils sont extraits à partir de cette dernière et ont la particularité de pouvoir décrire un échantillon d'écriture qu'il soit de grande ou de petite taille. Ce choix de caractéristiques a été motivé par notre étude de certains travaux où des résultats très encourageants ont été atteints pour l'écriture manuscrite latine. Ali Nosary [NOS 02] et Ameer Bensafia [BEN 04] utilisent des graphèmes issus de la segmentation de mots pour caractériser les scripteurs, alors que Audrey Seropian [SER 03], Siddiqi et al [SID 07] utilisent des imagettes pour modéliser le scripteur.

Nous avons structuré cet article de la manière suivante : dans la première partie (section 2), un état de l'art de l'identification de scripteurs sur des documents arabes est présenté. Dans la seconde partie (sections 3, 4, 5), nous décrivons l'architecture de notre système d'identification et nous montrons comment extraire les formes invariantes et propres à l'écriture d'un scripteur afin de les utiliser pour caractériser ce dernier. Nous présentons comment les similarités entre les formes enregistrées sont utilisées pour différencier entre les scripteurs. Une troisième partie de l'article (section 6) est consacrée à la présentation des résultats des expérimentations effectuées et nous terminons l'article par une conclusion et quelques perspectives d'extensions futures.

2 Etat de l'art de l'identification de scripteurs sur des documents arabes

La recherche dans le domaine de l'identification de scripteurs a donné lieu à de nombreuses études pour les scripts occidentaux, à l'opposé du script arabe qui a été étonnamment peu étudié jusqu'à présent.

Récemment des travaux qui traitent le script arabe ont été proposés, les méthodes développées dans ces travaux utilisent des caractéristiques qui se classent en caractéristiques texturales où le contenu du document est vu comme une image non comme une écriture et en caractéristiques structurelles qui s'attachent à décrire les particularités de l'écriture. Certains travaux se sont orientés vers une combinaison entre ces deux types de caractéristiques.

La première étude dans le domaine de l'identification de scripteurs pour le script arabe remonte à l'année 2005 où Al Zoubeidy et al [ALZ 05] ont adapté l'approche proposée par Said et al [SAI 00]. Des caractéristiques sont extraites de l'image de l'écriture en utilisant un filtre de Gabor multi canal et un calcul de matrice de co-occurrence. Un taux d'identification de l'ordre de 92.8% a été atteint avec la distance euclidienne sur une base de 500 textes arabes (à raison de 25 pages par scripteur).

Gazzah et al [GAZ 05, GAZ 06] proposent une approche d'identification de scripteurs, en mode dépendant du texte, basée sur un jeu de primitives structurelles décrivant les variations topologiques du

style du scripteur et des primitives globales mettant en évidence les variations de la texture de l'écriture issues de l'application des ondelettes. L'ensemble de primitives a été optimisé moyennant les algorithmes génétiques, les meilleurs résultats obtenus sont de l'ordre de 94.73% pour les réseaux neuronaux de type PMC (perceptron multicouches) [GAZ 06] et 93.76% pour les SVM (support vector machines) [GAZ 05] sur une base de 180 échantillons appartenant à 60 scripteurs.

Dans d'autres travaux, Gazzah et al [GAZ 07] proposent une approche globale en mode dépendant du texte en explorant l'écriture par l'analyse de la texture avec des ondelettes 2D utilisant le Lifting Scheme. Une évaluation comparative entre les caractéristiques extraites de la texture par neuf transformations en ondelettes différentes a été effectuée. Des expérimentations ont été menées en utilisant un perceptron multicouches sur une base de 180 échantillons de textes rédigés par 60 scripteurs. L'identification du scripteur était correcte dans 95.68% des documents considérés.

Al Dmour et al [ALD 07] présentent une technique d'extraction de caractéristiques basée sur la combinaison de mesures statistiques et spectrales, les auteurs effectuent l'extraction de deux types de caractéristiques issues de la texture, les premières sont obtenues en utilisant les filtres de Gabor à multiples canaux, les secondes à partir de matrices de co-occurrence en niveau de gris. Les caractéristiques les plus discriminantes avaient été choisies en utilisant un module hybride basé sur les algorithmes génétiques et les SVM. Quatre classifieurs ont été testés : SVM, KPPV (K plus proches voisins), un classifieur linéaire discriminant et un autre utilisant la distance euclidienne pondérée. Un taux d'identification de 90% a été atteint sur une base de 20 scripteurs.

Shahabi Nejad et al [SHA 06] déterminent la performance des caractéristiques utilisées dans [SAI 00] sur une base de données de Farsi manuscrit. Les auteurs proposent une approche globale, basée sur la texture de l'image, en mode indépendant du texte. Des caractéristiques sont extraites à l'aide des filtres de Gabor multi canaux et les matrices de co-occurrence. Les expérimentations effectuées sur une base de 25 scripteurs donnent un taux d'identification de 88% en Top 1 et 92% en Top 3.

Dans d'autres travaux, Shahabi Nejad et al [SHA 07] proposent une approche en mode dépendant du texte, où ils choisissent parmi les filtres de Gabor ceux qui sont appropriés à la structure des textes Farsi manuscrits. Ils utilisent une nouvelle méthode d'extraction de caractéristiques qui se base sur les moments et les transformations linéaires. Deux niveaux ont été considérés dans leurs séries de tests : le niveau mot et le niveau texte. Le taux d'identification correcte est de l'ordre de 45% en Top 1 et 80% en Top 5 au niveau mot, il atteint 82,5% en Top 1 et 100% en Top 5 au niveau texte sachant que 40 scripteurs ont été considérés.

Bulacu et al [BUL 07] ont présenté un travail portant sur la combinaison de caractéristiques multiples pour l'identification de scripteurs indépendamment du texte. Des fonctions de distributions de probabilités (PDF) sont extraites indépendamment du contenu textuel des échantillons d'écriture. Les auteurs ont effectué une analyse de la combinaison des caractéristiques texturales et allographiques et ont montré qu'en fusionnant ces caractéristiques, les performances atteintes sont améliorées. Des expériences ont été effectuées sur la base IFN/ENIT [PEC 02] et des taux d'identification de l'ordre de 84% en Top 1 et 99% en Top 10 ont été atteints.

3 Approche proposée

Notre approche d'identification est basée sur trois étapes principales: prétraitement, extraction de caractéristiques et décision. Une base de référence des scripteurs est créée en effectuant l'extraction des caractéristiques (c.f. section 4) de l'écriture de chaque scripteur. Le scripteur d'un document inconnu est alors identifié ultérieurement pendant une étape de décision (c.f. section 5).

Au cours de l'étape de prétraitement, nous procédons à la fragmentation d'un mot en un ensemble de blocs d'écritures disjoints. Cette opération est basée sur l'analyse des projections verticales et horizontales du mot, ce qui permet d'obtenir un partitionnement de l'image du mot en blocs d'écriture complètement déconnectés. L'extraction de caractéristiques et la décision sont décrites dans les sections suivantes.

4 Extraction de caractéristiques

L'entraînement du système est effectué pour créer et mettre en place une base référence en extrayant les formes invariantes d'un scripteur. Pour extraire ces formes, l'échantillon présenté au système est divisé en un grand nombre de carrés (imassettes) de taille fixe $n \times n$. Cette taille devrait être assez grande pour contenir suffisamment d'informations sur le style du scripteur et assez petite pour assurer de bonnes performances d'identification [SER 03]. Nous avons utilisé une version améliorée de la technique proposée dans [SID 07] qui consiste à normaliser tous les blocs d'écriture dont la largeur et la hauteur ne sont pas un multiple de n en ajoutant des lignes vides en haut et des colonnes vides à gauche. Une fois les blocs normalisés, nous procédons à un découpage en carrés (imassettes) de taille $n \times n$. L'image d'un bloc d'écriture est découpée en un ensemble de lignes de hauteur n , et, pour chaque ligne, nous effectuons une projection verticale pour extraire des sous lignes (les blocs disjoints composant une ligne), puis nous normalisons chaque sous ligne. Une fois la normalisation effectuée, nous procédons au découpage de chaque sous ligne en un ensemble de carrés (imassettes) de taille $n \times n$ sachant que cette taille est choisie empiriquement et, après plusieurs

expérimentations, elle a été fixée à 19×19 et 14×14 pour les bases IFN/ENIT et LRI_NWA respectivement (c.f. section 6.1). Notre méthode de découpage est illustrée par la figure 1.

Une fois les imassettes obtenues, nous éliminons celles qui contiennent peu d'informations (le nombre de pixels noirs contenus dans une imassette à éliminer est déterminé expérimentalement), puis un algorithme de regroupement (classification) est appliqué sur ces imassettes pour les regrouper dans des classes différentes.

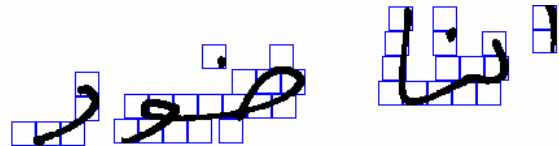


FIG. 1 – Méthode proposée pour le découpage de l'écriture.

Pour notre classification, nous avons choisi un algorithme classique de regroupement séquentiel [NOS 02, BEN 04, SID 07]. L'algorithme est simple et ne demande pas un choix préalable du nombre de classes. Nous avons modifié cet algorithme de sorte qu'un élément soit mis dans un groupe s'il est proche de tous les éléments du groupe au sens de la mesure de corrélation qui se définit comme suit [NOS 02, BEN 04, SID 07]:

$$S(X, Y) = \frac{n_{11} \times n_{00} - n_{10} \times n_{01}}{\sqrt{(n_{11} + n_{10}) \times (n_{01} + n_{00}) \times (n_{11} + n_{01}) \times (n_{10} + n_{00})}} \quad (1)$$

n_{ij} est le nombre de pixels pour lesquels les deux images binaires de même taille X et Y ont la valeur de correspondance suivante :

$X(k)=i, Y(k)=j$, pour $k = 1..L \times H$ où L est la largeur de l'image et H sa hauteur.

La figure 2 montre quelques groupes obtenus sur la base d'apprentissage d'un scripteur.



FIG.2 - Quelques groupes obtenus sur la base d'apprentissage d'un scripteur.

Après avoir regroupé les imassettes morphologiquement similaires dans différentes classes, nous retenons une seule imassette pour chaque classe, celle qui est la meilleure représentante de son groupe. Dans une classe, nous calculons la mesure de similarité [SID 07] de chaque élément par rapport à tous les autres éléments de la même classe. L'élément le plus proche de tous les autres est choisi en tant que représentant. Nous obtenons ainsi une représentation pour des formes propres à l'écriture du scripteur

considéré qui sont stockées par la suite dans une base de référence.

Soit D un document manuscrit, on a $D = \{x_i / x_i = \text{Représentant}(C_i)\}$. Quelques formes invariantes d'un scripteur de notre base sont montrées sur la figure 3.

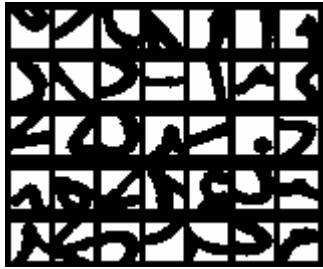


FIG. 3 – Quelques formes invariantes d'un scripteur.

La figure 4 montre la variation du nombre de formes invariantes générées par notre méthode (pour des documents de test et de référence) pour chacun des 33 scripteurs considérés à partir de la base IFN/ENIT (taille d'imagette : 19×19).

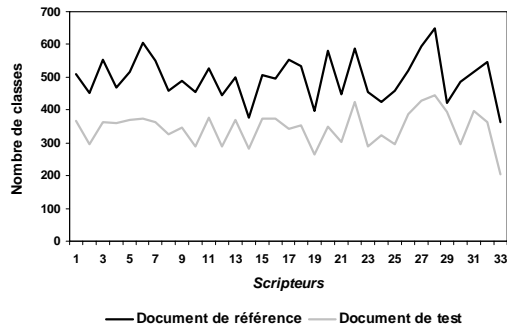


FIG. 4– Variation du nombre d'invariants

5 Décision

La première étape vers l'identification de l'auteur d'un document est l'extraction des formes invariantes à partir de l'échantillon (de test) pour lequel le scripteur doit être identifié. Nous commençons par la division de l'échantillon de test en petites imagettes, puis nous procédons à leur regroupement et nous terminons par la génération des formes invariantes. Une fois ces dernières obtenues, nous pouvons établir la décision d'identification correspondante.

Décider quel est l'auteur de l'échantillon de l'écriture présentée au système revient à comparer cet échantillon avec tous ceux qui constituent la base de référence. Cette comparaison se fait entre les formes invariantes du document D à identifier et celles d'un document T de la base de référence. Le scripteur du document inconnu D sera finalement le scripteur du document de la base de référence le plus similaire au document inconnu (au sens de la mesure que nous allons définir) soit donc :

$$\text{Scripteur}(D) = \underset{T \in \text{Base}}{\text{Arg max}}(\text{SIM}(D, T)) \quad (2)$$

Sachant que $\text{SIM}(D, T_i)$ est la mesure de similarité entre le document considéré D et le document de référence T_i , tous les deux représentés par leurs caractéristiques. On définit la mesure de similarité entre T et D par :

$$\text{SIM}(D, T) = \frac{1}{\text{Card}(D)} \sum_{i=1}^{\text{Card}(D)} \text{Max}_{y_j \in T}(\text{sim}(x_i, y_j)) \quad (3)$$

x_i, y_j étant les imagettes des documents D et T respectivement ; et $\text{sim}(x_i, y_j)$ est la même mesure de similarité que nous avons employée afin de comparer les imagettes pendant la phase de regroupement (voir (1)). Notons que, selon cette mesure, deux documents manuscrits seront d'autant plus proches que la mesure de similarité sera proche de 1.

6 Expérimentations, résultats et discussion

Dans cette section, nous décrivons d'abord les deux bases d'images utilisées pour l'évaluation de notre approche, puis nous présentons nos résultats expérimentaux et nous terminons par une discussion.

6.1 Description des bases d'images utilisées

Pour l'évaluation de notre approche d'identification de scripteurs, nous avons mené un certain nombre d'expérimentations en utilisant des échantillons extraits à partir de deux bases d'images.

La première base intitulée LRI_NWA est celle des noms manuscrits de wilayas algériennes qui a été construite au sein du laboratoire LRI (Annaba, Algérie) et a fait l'objet de travaux sur la reconnaissance de mots [SOU 06]. Pour le vocabulaire considéré (48 noms de wilayas), un modèle de formulaire pré-imprimé constitué de trois pages (16 mots/page) a été conçu, chaque mot devant être recopiés trois fois par chacun des 100 scripteurs impliqués dans la construction de cette base. Les documents ont été numérisés sur 256 niveaux de gris avec une résolution de 300 points par pouce.

La deuxième base est la base IFN/ENIT [PEC 02]. Elle comprend des noms manuscrits arabes de villes et villages tunisiens rassemblés auprès de 411 scripteurs, les images sont binaires avec une résolution de 300 points par pouce. Cette base d'images a été conçue pour l'apprentissage et le test des systèmes de reconnaissance de l'écriture arabe manuscrite [MAR 05]. Les données de la base IFN/ENIT ont été employées également pour l'identification de scripteurs par Bulacu et al [BUL 07].

6.2 Résultats expérimentaux

Les premières expérimentations de notre approche ont été effectuées en mode dépendant du texte [DJE 08]. Nous avons atteint un taux d'identification de 93,33% avec une fenêtre de taille 14×14 en utilisant 30 documents choisis aléatoirement à partir de la base LRI_NWA. Pour chaque scripteur, nous avons retenu une page d'écriture, les deux tiers (32 mots) ont servi

pour l'apprentissage et le reste (16 mots) a été utilisé pour les tests.

Pour le mode indépendant du texte, nous avons mené une série d'expérimentations sur les deux bases décrites précédemment, où nous nous sommes intéressés à la pertinence de la caractérisation des écritures des différents scripteurs par des formes invariantes. Pour la base LRI_NWA, notre système a été entraîné sur l'écriture de 33 scripteurs (32 mots par scripteur), le test a été effectué pour 20 scripteurs (16 mots par scripteur). Nous sommes parvenus à identifier le bon scripteur dans près de 90% des cas présentés au système avec une fenêtre de taille 14x14 (voir figure 5). Pour la base IFN/ENIT, nous avons choisi aléatoirement un ensemble de données relatives à 33 scripteurs qui a été employé pour l'apprentissage et le test de notre système. Pour chaque scripteur, nous avons retenu 52 noms de village, 32 noms pour l'apprentissage et le reste a été utilisé pour les tests. Avec la base IFN/ENIT, le taux atteint est de l'ordre de 93,93 % d'identification correcte avec une fenêtre de taille 19x19 (voir figure 6).

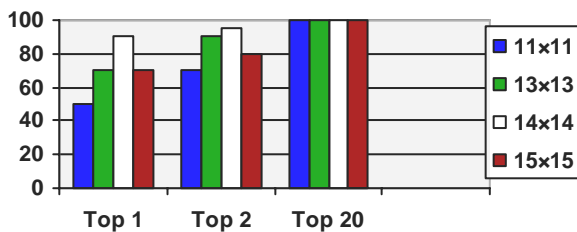


FIG. 5 – Taux d'identification en utilisant la base LRI_NWA.

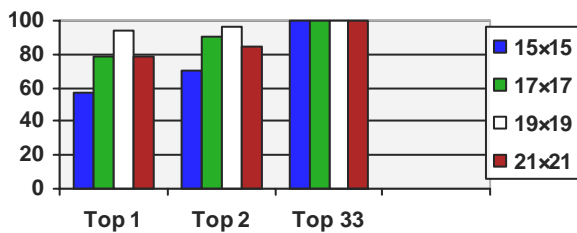


FIG. 6 – Taux d'identification en utilisant la base IFN/ENIT.



FIG. 7 – Réponse du système à une requête d'identification.

La figure 7 montre la liste des scripteurs possibles proposés par notre système en réponse à une requête d'identification.

Il est à noter que le coût en nombre d'opérations effectuées à cause de la technique de mise en correspondance des formes invariantes utilisée représente l'inconvénient principal de notre approche. Si X est le nombre moyen de formes invariantes d'un document manuscrit, alors la complexité temporelle de la méthode est de l'ordre de $T \times (X^2 \times D)$, où D est le nombre de documents dans la base de données et T est le temps de mise en correspondance de deux imageries.

6.3 Discussion

Après l'étude des différentes approches proposées dans le domaine de l'identification de scripteurs pour l'écriture arabe, deux conclusions principales peuvent être tirées.

Premièrement, pour les approches en mode dépendant du texte, des performances élevées sont enregistrées pour la majorité des approches. Cependant, elles exigent une grande quantité d'écriture (plusieurs échantillons d'écriture), à l'inverse de notre approche qui atteint de bonnes performances avec une quantité d'écriture de l'ordre d'un paragraphe de texte. L'inconvénient majeur de ce genre d'approches est l'applicabilité limitée due à l'utilisation d'un contenu textuel fixe.

Deuxièmement, toutes les approches en mode indépendant du texte sont basées sur des caractéristiques globales (structurelles et texturales), l'inconvénient majeur des ces approches est qu'elles nécessitent une taille d'échantillons suffisante pour qu'elles puissent bien caractériser une écriture.

Les approches proposées dans [ALZ 05 et SHA 06] exigent des blocs de textes uniformes et l'analyse des textes ne peut se faire directement sur les documents puisqu'ils sont affectés d'espaces interlignes et inter mots irréguliers. De ce fait, une réduction de ces facteurs par une normalisation est nécessaire.

L'approche proposée par Bulacu et al [BUL 07] utilise la plus grande base de données avec 350 scripteurs, cette approche exige, pour l'évaluation, une quantité d'écriture de l'ordre de 60 noms de villages tunisiens issus de la base IFN/ENIT. La méthode atteint des performances élevées en nécessitant une étape de segmentation dans son niveau allographique ainsi que l'utilisation de divers types de caractéristiques (vecteurs de taille 1120). Notre méthode atteint de très bonnes performances en utilisant un seul type de caractéristiques (imageries) et une quantité d'écriture de l'ordre d'un paragraphe de texte. En effet, nous avons utilisé 52 noms de village tunisiens pour la base IFN/ENIT (32 noms pour l'apprentissage et 20 pour le test) et 48 noms de wilayas algériennes pour la base LRI_NWA (32 noms pour l'apprentissage et 16 pour le test).

Les performances atteintes par notre approche sont très proches des résultats enregistrés par Bulacu et al

[BUL 07] pour un ensemble de 33 scripteurs avec la combinaison de caractéristiques allographiques et texturales ainsi qu'avec la caractéristique individuelle Contour-hinge PDF(f2). Nos résultats sont meilleurs que ceux de Bulacu et al [BUL 07] avec les autres caractéristiques individuelles utilisées dans son travail (f1 : Contour-direction PDF, f3 : Direction co-occurrence PDFs, f4 : Grapheme emission PDF, f5 : Run-length on white PDFs).

7 Conclusion et perspectives

Dans cet article, nous nous intéressons au problème de l'identification automatique de scripteurs pour l'écriture arabe et nous proposons une méthode efficace pour l'identification hors-ligne de scripteurs en mode indépendant du texte.

La méthode est basée sur l'extraction des formes invariantes que le scripteur emploierait dans son écriture. Les taux d'identification réalisés sont très prometteurs et valident l'hypothèse de l'existence de formes invariantes et propres à la main d'un scripteur au sein de son écriture arabe manuscrite. Les résultats obtenus donnent une indication sur le pouvoir discriminant des caractéristiques choisies.

L'approche présentée est très prometteuse, peu paramétrique et adaptable aux documents arabes anciens. Nous projetons de réaliser de meilleurs résultats sur des bases plus volumineuses en combinant les caractéristiques locales utilisées avec d'autres types de caractéristiques.

8 Bibliographie

- [ALD 07] A. AL-DMOUR, R. ABU ZITAR, "Arabic writer identification based on hybrid spectral-statistical measures", *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence*, Volume 19, 2007, pp. 307-332.
- [ALZ 05] L. M. AL-ZOUBEIDY ET H. F AL-NAJAR, "Arabic writer identification for handwriting images", *International Arab Conference on Information Technology*, Amman, Jordan, 2005, pp. 111-117.
- [BEN 04] A. BENSEFIA, "Analyse de documents manuscrits : Identification et vérification de scripteur", Thèse de doctorat de l'université de Rouen, France, 2004.
- [BUL 07] M. BULACU, L. SCHOMAKER, A BRINK, "Text-Independent Writer Identification and Verification on Offline Arabic Handwriting". *ICDAR 2007*, Brazil, Volume 2, 2007, pp. 769-773.
- [BUL 07a] M. BULACU, "Statistical Pattern Recognition for Automatic Writer Identification and Verification", PHD Thesis, Groningen University, Netherlands, 2007.
- [DJE 08] C. DJEDDI, L. SOUCI-MESLATI, "Identification de scripteurs pour l'écriture arabe par une approche locale", *MCSEAI'08, Maghrebien Conference on Software Engineering and Artificial Intelligence*, Oran, Algérie, Avril 2008, pp. 565-570.
- [GAZ 05] S. GAZZAH, N. ESSOUKRI BEN AMARA. "Writer Identification using SVM Classifier and Genetic Algorithm for Optimal features selection", *International Arab Conference on Information Technology*, Amman, Jordan, 2005, pp. 461-466.
- [GAZ 06] S. GAZZAH, N. ESSOUKRI BEN AMARA. "Writer Identification Using Modular MLP Classifier and Genetic Algorithm for Optimal Features Selection", *Lecture Notes in Computer Science, International Symposium on Neural Networks*, China, Vol. 3972, 2006, pp. 271-276.
- [GAZ 07] S. GAZZAH, N. ESSOUKRI BEN AMARA. "Arabic Handwriting Texture Analysis for Writer Identification Using the DWT-Lifting Scheme". *ICDAR 2007*, Brazil, Volume 2, 2007, pp. 1133-1137.
- [NOS 02] A. NOSARY, "Reconnaissance Automatique de Textes Manuscrits par Adaptation au Scripteur", Thèse de Doctorat de l'université de Rouen, France, Janvier 2002.
- [PEC 02] M. PECHWITZ, S. SNOUSSI MADDOURI, V.MÄRGNER, N. ELLOUZE, H. AMIRI, "IFN/ENIT-Database of handwritten arabic words", *CIFED'2002, Colloque International Francophone sur l'Écrit et le Document*, Hammamet, Tunisie, 2002, pp. 129-136
- [PLA 89] R. PLAMONDON, G. LORETTE, "Automatic signature verification and writer identification—the state of the art". *Pattern Recognition*, Volume 22, 1989, pp. 107-131.
- [SER 03] A. SEROPIAN, "Analyse de Document et Identification de Scripteurs", Thèse de doctorat de l'université de Toulon et du Var, France, décembre 2003.
- [SHA 06] F. SHAHABI NEJAD, M. RAHMATI, "Comparison of Gabor-based features for writer identification of Farsi/Arabic handwriting". *IWFHR'2006*, La Baule, France, 2006, pp. 545-550,
- [SHA 07] F. SHAHABI NEJAD, M. RAHMATI, "A New Method for Writer Identification and Verification Based on Farsi/Arabic Handwritten Texts", *ICDAR 2007*, Brazil, Volume 2, 2007, pp. 829-833.
- [SID 07] I. A. SIDDIQI, N.VINCENT, "Writer Identification in Handwritten Documents", *ICDAR 2007*, Brazil, Volume 01, 2007, pp. 108-112.
- [SOU 06] L. SOUCI-MESLATI, M. SELLAMI, "A hybrid neuro-symbolic approach for arabic handwritten word recognition", *JACIII, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, FujiPress, Japan, Volume 10, No. 1, 2006, pp. 17-25.
- [MAR 05] V. MARGNER, M. PECHWITZ, AND H. EL ABED. "ICDAR 2005 Arabic handwriting recognition competition", *ICDAR 2005*, Seoul, Korea, 2005, pp. 70-74
- [SAI 00] H. SAID, T. TAN, K. BAKER, "Personal identification based on handwriting". *Pattern Recognition*, Volume 33, 2000, pp. 149-160.