



تصميم نظام للتحقق من صحة التوقيع العربي في النمط الغير فوري

أحمد عبدالرحمن عبدالله¹، أحمد عبدالله محمد إمام²
^{1,2}جامعة كرري، كلية الهندسة، أم درمان، السودان

²ahmedimam1965@yahoo.co.in، ¹mogwari2000@yahoo.com

المخلص. الورقة تقدم طريقة مبتكرة لتصميم نظام للتحقق من صحة التوقيع المكتوب بخط اليد في النمط غير الفوري باستخدام (ك-ج ق). تم إستخلاص السمات العامة من التوقيع اليدوي باستخدام توزيع رادون. لكل شخص مسجل في قاعدة بيانات النظام يتم إدخال عدة توقيعات له ومن ثم رصفها لإستخلاص بعض المعلومات الثابتة عن توقيعه. أستخدمت خوارزمية تغليف النقاط العليا لرصف توقيعين مع بعض. أستخدمت عدة توقيعات حقيقية ومزورة في عملية تدريب مصنف (ك-ج ق). عملية التحقق من صحة توقيع معين تتم أولا برصفها مع كل توقيعات الشخص المعني الحقيقية الموجودة في قاعدة البيانات. بعد ذلك يتم تصنيفها على أنها حقيقية أو مزورة على حسب درجات الرصف المتحصل عليها والتي تم تطبيعها بإستخدام قيم إحصائية. تحصل نظام التحقق المصمم على كفاءة أداء تقريبا تساوي 83% بإستخدام قاعدة بيانات بها توقيعات حقيقية ومزورة بطريقة محترفة لأكثر من 20 شخص موقع.

الكلمات المفتاحية. مصنف ك-ج، الأكثر قربا، توزيع رادون، التحقق من التوقيع اليدوي، مضاهات الأنماط.

1. المقدمة

إجراءات التحقق من صحة التوقيع يمكن أن تتم في إحدى نمطين هما: النمط الفوري والنمط الغير فوري. نجد أن صور التوقيعات على الشيكات الصادرة من البنك وعلى كثير من الوثائق الرسمية تستخدم في التحقق من صحة هذه الوثائق كما نجد أنها مفيدة لعملية التحقق الآلي من التوقيع كما في حالة نظام التحقق من صحة التوقيع غير الفوري. ومن الناحية الأخرى عند إنتقاط التوقيع الشخصي بواسطة الأجهزة اللوحية فإنه يستخدم نظام التحقق من التوقيع الفوري.

عملية التحقق من صحة التوقيع لها تطبيقات عديدة مثل إستخدامها في العمليات المالية، توفير التوقيع الإلكتروني للوثائق، توفير معيار سرية إضافي للتحقق من هوية مستخدم الأنظمة الحاسوبية. هذه العملية أيضا لها ميزه إضافية وهي أنها مقبولة من قبل المجتمع وأقل تطفلا مقارنة مع الطرق البيولوجية الأخرى مثل إختبار بصمة الأصبع أو مسح الشبكية والتي قد تقابل بالرغبات من قبل الكثيرين عند الطلب منهم إجراء تحقق من الهوية بواسطة إرتباطها بالمجربين ودوائر الشرطه. هذه الخصائص سهلة من عملية جمع التوقيعات وجعلته مقبولا للجميع كوسيلة لتعريف الهوية [1]. نجد أنه بالرغم من أن التوقيع اليدوي يتعرض لتغيرات في شكله مع مرور الزمن لغالبية الناس ولكن من الملاحظ أن كل شخص له توقيع فريد لفترة زمنية معتبره ومن ثم يستطيع الخبراء إكتشاف أي تزوير في توقيعه بكل سهوله وبفعاليه.

في أنظمة التحقق من صحة التوقيع أولا تتم مرحلة التسجيل للمستخدمين أو العملاء حيث يوفر عدد من عينات التوقيعات والتي تستخدم كتوقيعات مرجعية وبعد ذلك حينما يقدم أي مستخدم توقيع جديد لإختباره يتم تحديد هذا المستخدم أولا في قاعدة البيانات ثم يقارن التوقيع الجديد مع التوقيعات المرجعية. إذا كانت قيمة الإختلاف أقل من قيمة عتبه معينه فإن المستخدم يتم قبوله باعتبار توقيعه حقيقي خلاف ذلك يتم رفض المستخدم لأن توقيعه مزور.

بما أنه يعتبر من الصعوبه بمكان الحصول على توقيعات مزوره حقيقيه تم تعريف نوعين منهم في مجال التحقق من صحة التوقيعات وهما: التوقيع المزور بمهاره والتوقيع المزور العشوائي. التوقيع المزور بمهاره تم بواسطة شخص تمكن من الوصول لتوقيعات حقيقيه مراد تزويرها وتدريب عليها. التوقيع العشوائي تم توقيعه بواسطة شخص ليس لديه أي معلومات عن التوقيع أو حتى إسم الشخص المراد تزوير توقيعه.



في أثناء عملية التحقق من الصحة تتم مقارنة التوقيع تحت الإختبار مع كل التوقيعات الموجودة في المجموعه المرجعيه ومن ثم ينتج عدد من قيم الإختلاف. نحتاج إلى إيجاد طريقه واحده لدمج كل قيم الإختلاف في رقم واحد يعبر عن إختلاف التوقيع تحت الإختبار عن مجموعه التوقيعات المرجعيه ومن ثم نقارن هذه القيمه مع قيمة العتبه لكي نستطيع أن نتخذ قرار معين. قيمة الإختلاف الوحيده والتي تعبر عن المسافه بين التوقيعات يمكن الحصول عليها من القيم الصغرى أو القيم العظمى أو متوسط القيم. عادة نظام التحقق من الصحة يستخدم طريقه للحصول على قيمة الإختلاف واحده ويهمل الطرق الأخرى [2]. لتحديد طبيعة التوقيع في هذا النظام تم استخدام قيمتي الإختلاف الإثنتين العظمى والصغرى بدلا عن استخدام قيمه واحده. قيم الإختلاف العظمى والصغرى أستخدمت كسمات معبره عن التوقيع ومن ثم تصنيفه حقيقي أو مزور ولكن بعد تطبيعها بالقيم المناظره لها الموجوده في نموذج التوقيع وسوف يوضح ذلك بالتفصيل في باقي هذه الورقه.

في هذه الورقة تم إقتراح استخدام مصنف ك-جار الأكثر قربا (ك-ج ق) في نظام التحقق من صحة التوقيع غير الفوري. خوارزمية (ك-ج ق) في نظرية التعرف على الأنماط تعرف بأنها طريقة لتصنيف الأشياء اعتمادا على التدريب بأقرب الأمثله في فضاء السمات المميزه لها. الحدس الكامن وراء المصنف (ك-ج ق) يعتبر مباشر جدا حيث يتم تصنيف التوقيعات على أساس فئة من أقرب جيرانهم. غالبا ما يكون من المفيد أن نأخذ أكثر من جار واحد في الاعتبار لذلك شائع جدا تسمية المصنف ب (ك-ج ق) حيث يستخدم عدد (ك) أقرب جيران في تحديد الفن. هذا المصنف له عدة أسماء والتي لها أسبابها نذكر منها: يسمى هذا المصنف في أحيان كثيره بالتصنيف المعتمد على الذاكره لأن توقيعات التدريب نحتاج إليها عند تشغيل النظام أي مطلوب أن تكون موجوده في الذاكره كما في أحيان يسمى بالتصنيف المعتمد على الأمثله أو التصنيف المعتمد على الحاله. لأن الإستقراء في هذا المصنف يؤخر إلى وقت التشغيل تعتبر هذه التقنيه كسولة التعليم. نلاحظ أن هذا المصنف له مرحلتان المرهله الأولى هي تحديد الجيران القريبه لبعضها والمرهله الثانيه هي تحديد الفن بواسطة الجيران القريبه لبعضها. إكتسب هذا المصنف أهميه خاصه هذه الأيام لأن الأجهزة الحاليه تتوفر لها قدره حسابيه عاليه ومن ثم فإن مشكله بطء التشغيل المصاحبه له غير مؤثره [3, 4].

هذه الورقه تحتوي على ست أقسام أخرى مرتبه كالتالي: القسم الثاني يشرح أعمال سابقه لمجموعات أخرى ومرتبطة بهذا النظام. القسم الثالث يقدم فكره عن التوزيع المتقطع لرادون (ت م ر) وكيفية استخدامه لإستخلاص السمات العامه من صورة التوقيع اليدوي. القسم الرابع يوضح كيفية رصف التوقيعات مع بعضها البعض ومن ثم حساب المسافه بينها باستخدام خوارزمية تغليف النقاط القصوى (ت ن ق). القسم الخامس يوضح المنهجيه المتبعه لتكوين نموذج للتوقيع لكل شخص أو عميل موجود بالنظام ومن ثم تدريب مصنف (ك-ج ق) للتحقق من صحة التوقيع اليدوي. القسم السادس يوضح نتائج التجارب التي تمت لإختبار المصنف الذي تم تدريبه. تنتهي الورقه بمناقشه عامه عن نتائج الورقه وبعض التوصيات للعمل المستقبلي.

2. الدراسات السابقه

توجد العديد من المناهج التي أستخدمت في مجال التحقق من صحة التوقيع الغير فوري مثال لذلك تقنيات مطابقيه القوالب والشبكات العصبية ومصنفات المسافه الصغرى ومطابقيه الصور المرنه وطرق أخرى. كما تم تطوير العديد من طرق مضاهاه الأنماط والتي قدمت حولا ناجحه لمشكله التحقق من صحة التوقيع في النمط الغير فوري.

الفترة التي قبل العام 1989 تمت دراستها بواسطة العالمين Plamondon و Lorette [5]. العديد من الطرق والمنهجيات تمت دراستها وتلخيصها في العديد من مقالات مثل مقاله المكتوبه بواسطة Sabourin في العام 1992 [6]. الفترة من العام 1989 إلى العام 1993 تمت تغطيتها بواسطة Leclerc و Plamondon [7]. المراجعه العامه للدراسات السابقه في مجال التحقق من صحة التوقيع الفوري بواسطة Gupta و McCabe في العام 1998 تحتوي أيضا على ملخص لبعض العمل السابق في حالة النمط الغير الفور [8]. حالة التقنيه الصناعيه في الفترة من 1993 إلى 2000 تمت مناقشتها في ورقه مقدمه من Plamondon و Srihari [9]. الورقه المقدمه من Guo تحتوي على دراسه مكثفه للعديد من الأعمال السابقه في هذا المجال [10]. الدراسه لأنظمه السابقه المقدمه من Impedovo [11] أشارت إلى بعض النتائج القيمه المتحصل عليها



كما سلطت الضوء على الإتجاهات الأكثر ربحية، وقد إحتوت هذه الورقة على مراجع قيمة وكثيره جدا تقدر بحوالي 300 مرجع مما يساهم في دفع البحث العلمي في هذا الإتجاه.

من الملاحظ من الأوراق التي تمت مراجعتها أن هنالك إتفاقا عاما وهو أن دقة الأنظمة الموجودة ليست عالية بالحد الكافي. لذلك دعت الحاجة إلى تقديم المزيد من البحوث في إستخلاص السمات وتقنيات التصنيف المعتمدة على الطرق الداينميكية والتي تستخلص السمات من الصور الثابته حتى يتم رفع الكفاءة.

الورقة المقدمه من المؤلفون Yadav, Kumar, and Patnaik تناقش عدة طرق مستخدمه لحل مشكلة التحقق من صحة التوقيع الغير فوري. هذه الدراسة وضحت أن الخطوات الرئيسه المطلوبه للتحقق من صحة التوقيع والتي يجب إتباعها على الترتيب هي: ماقبل المعالج، إستخلاص السمات، تدريب البيانات، ثم التحقق من صحة التوقيع. مرحلة إستخلاص السمات يمكن أن تعتمد على واحد من أنواع السمات التاليه: السمات العامه، السمات المحليه، السمات العرضيه. يمكن تطبيق العديد من تقنيات التحقق من الصحة مثل: تقنيات تطابق الرسومات وطريقة النقاط الحرجة [12].

قدم المؤلفان Bhosale و Karwankar في ورقتهما لمحه موجزه عن الأعمال التي تمت في مجال التحقق من التوقيع الثابت وفيها تمت مناقشة ومقارنة العديد من الطرق المستخدمه مثل: تقنيات مطابقة القوالب، مصنفات المسافه البسيطه، الشبكات العصبيه، تقنيات الهيكله، المكانن ذات الدعم الإتجاهي، نماذج ماركوف المخفيه. نتائج هذه الدراسه أظهرت أنه لا تزال هناك العديد من التحديات في هذا المجال والتي تشمل أن التوقعيات من نفس الشخص متشابهه ولكنها غير متطابقه ، بالإضافة إلى ذلك أن توقيع الشخص نفسه متغير خلال الحياه بسبب السن والمرض والحاله النفسيه وغيرها من العوامل [13].

أسهمت الورقه المقدمه من قبل Pal و Blumenstein بصوره واضحه في هذا المجال حيث وضحت أنه قد أجريت بحثا كبيرا في مجال التحقق من صحة التوقيع خاصة التي تنطوي على التوقعيات الإنجليزيه. عمل المؤلفان على إبطال حال التقنيه الصناعيه في هذا المجال للباحثين من خلال عمل مسح شامل للدراسات السابقه في مجال التوقعيات الغير إنجليزيه والغير لاتينييه وقد تمت مناقشة العديد من الطرق المستخدمه ودراستها وتحليلها بإستفاضه. ولاحظ الكاتبان أن أكثر العمل قد تم تنفيذه لأنظمة اللغه الصينيه في مجال التحقق من صحة التوقعيات الغير إنجليزيه ، أما بالنسبه للغه اليابانيه والعربيه والفارسيه فقد تم تنفيذ عدد قليل من الأنظمه. على الرغم من العديد من البحوث والعمل الذي تم في هذا المجال ولكن من خلال هذه الدراسه أستنتج الكاتبان أنه لا يزال هناك العديد من التحديات في هذا المجال [14].

الورقه المقدمه من Radhika و Venkatesha توضح كيفية تقليل الحمل الناتج من الحسابات بالنسبه للتحقق من صحة التوقيع في النمط الغير فوري إعتقادا على أقل عدد من السمات وإستخدام مصنف (ك-ج ق). في هذه الورقه تمت أيضا دراسه الإختلافات الموجوده في مابين التوقعيات الحقيقيه. الطريقه المتبعه في هذا النظام تعتمد على إختيار جزء مثالي من النمط من مجموعه بيانات التدريب ولا يتم إعتبار كل السمات المميزه للتوقيع ومن ثم تقارن نتائج التصنيف مع قيم مختلفه من (ك). النتائج التي تم التحصل عليها هي : معدل الرفض الخاطي يساوي 8.13% ومعدل القبول الخاطي يساوي 10% بإستخدام مصنف (ك-ج ق) [15].

الورقة التي يقدمها المؤلفون Srihari، Kalera، وشو تصف نهجا جديدا للتحقق من التوقيع وتحديد الهوية في النمط الغير فوري بناء على أسلوب شبه متعدد لاستخلاص السمات . هذه الطريقه تأخذ في الاعتبار السمات المحليه والعامه للتوقيع . هذه السمات عند استخدامها على مستوى الكلمه، بدلا من مستوى الحرف، تسفر عن نتائج واعدة مع دقة عالية مثل حوالي 78%. و 93% للتحقق وتحديد الهوية، على التوالي. لقد تم حل مشكلة التحقق وتحديد الهوية بإستخدام إحصاءات المسافه مثل مصنف بايز ومصنف (ك-ج ق) [16].

في أثناء التحضير لهذا العمل كان من الصعب جدا الحصول على أعمال سابقه في هذا المجال مكتوبة باللغه العربيه لذلك لم نستطع ذكرها كدراسات سابقه نستند عليها مما يؤكد ضعف العمل الذي تم في هذا المجال.



كل الأعمال السابقة التي تمت في مجال التحقق من صحة التوقيع في النمط الغير فوري أهتمت بصورة أساسيه بالتزوير العشوائي أو التزوير العرضي ولكن الآن دعت الحاجة للعمل على تطوير مصنفات أكثر كفاءة نسبة لزيادة حجم قواعد البيانات وبغرض التعرف على التوقيعات المزوره بطريقة محترفه.

3. التوزيع المتقطع لرادون وإستخلاص السمات

التوزيع المتقطع لرادون (ت م ر) هو عبارته عن مصفوفة ذات بعدين حيث يعبر كل عمود عن إسقاط أو ظل لصورة التوقيع عند زاوية معينة. التوزيع المتقطع لرادون يمكن وصفه بالمعادلة الرياضية التالية [17،18،19]

$$R_j = \sum_{i=1}^{\Psi} w_{ij} I_i; j = 1, 2, \dots, N_{\phi} N_{\theta} \quad (1)$$

حيث:

R_j = الكثافة التراكمية للنقاط الضوئية التي تقع على الشعاع j^{th}

Ψ = المجموع الكلي للنقاط الضوئية في صورته.

w_{ij} = مساهمة النقطة الضوئية الموجودة في الموقع i^{th} في مجموع j^{th} شعاع.

I_i = كثافة النقطة الضوئية في الموقع i^{th}

N_{ϕ} = عدد الأشعة الغير متقاطعة بالنسبة لزاويه معينه.

N_{θ} = العدد الكلي للزوايا.

يتم إجراء عمليتان على صورة التوقيع لكي يتم بعد ذلك إستخلاص السمات العامه منها بطريقة صحيحة. أول هذه العمليات تحويل خلفية صورة التوقيع إلى القيمة صفر ونقاط القلم إلى القيمة واحد، بعد ذلك يتم تطبيق المرشح الوسيط لحذف التشويش الذي يكون على شكل بقع موجود على الصورة. الخطوة التالية يتم فيها حساب التوزيع المتقطع لرادون (ت م ر). الشكل رقم 1 يوضح صورة التوقيع وإسقاطها عند تطبيق (ت م ر) عند الزوايا 0° و 90° . تم تصميم خوارزميه بحيث تحسب (ت م ر) لعدد N_{θ} زوايه. هذه الزوايا تم توزيعها بالتساوي في المدى من 0° إلى 180° [19].

بالرغم من أن (ت م ر) لا يعتبر ثابت عند حدوث إزاحة لصورة التوقيع ولكن تم تأكيد هذه الخاصيه بواسطة تطبيق عدة عمليات معالجة للصورة. أول خطوه هي حذف كل قيم الأصفار من كل إسقاط للتوزيع وتسمى هذه الخطوة بإهلاك القيم. المتجهات التي تم إهلاكها في الخطوة السابقة يتم تقليصها أو تطويلها إلى البعد المطلوب (d) ببساطة عن طريق عمليات الإستكمال الخطي. بعد ذلك تجري عملية تطبيع لكل متجه بقيمة شدة التباين المحسوبة من مجموعة متجهات السمات. أخيراً الإسقاطات الموجوده من الزوايه 180 إلى الزوايه 360 قد تم ضمها إلى تسلسل الملاحظات لتأكيد خاصية الثبات عند حدوث إزاحة [19]. تسلسل الملاحظات يتكون من عدد من متجهات السمات تحسب بالمعادلة:

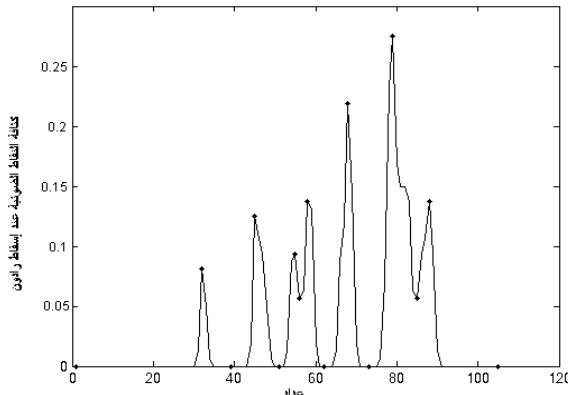
$$X_1^T = \{x_1, x_2, \dots, x_T\} \quad (2)$$

حيث $T = 2N_{\theta}$.

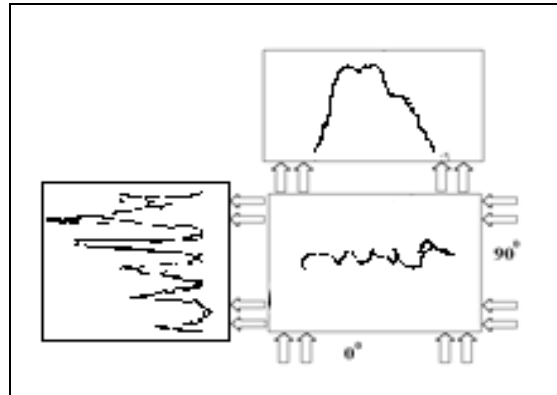
4. رصف التوقيعات



أستخدمت خوارزمية تغليف النقاط القصوى (ت ن ق) [20] بغرض مقارنة توقعين مختلفين وبطبيعة الحال لهما أطوال مختلفة. كما هو موضح بالشكل رقم 2 فإن خوارزمية (ت ن ق) تعمل إختيار مجموعة نقاط مهمه يتم تغليف وهي النقاط القصوى والدنيا وليس بالضرورة أن نقوم بتغليف كامل الإشارة. هدف خوارزمية (ت ن ق) هو أن توجد أفضل رصف خطي لمتجهين بحيث تكون المسافة الكلية بينهما أقل مايمكن.



الشكل 2: النقاط القصوى لإسقاط توزيع رادون



الشكل 1: تطبيق التوزيع المنقطع لرادون على صورة التوقيع

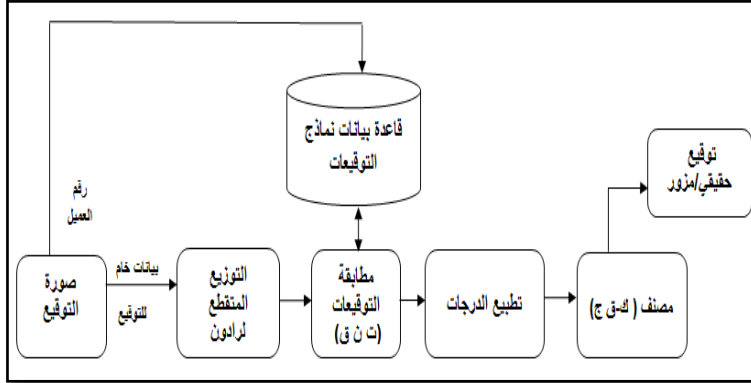
من الضروري جدا إجراء عملية رصف لتسلسل المراقبة لكل صورة توقيع لكي نؤكد أنه مستقر مع الدوران. عملية الرصف المثالية لإثنين تسلسل مراقبة يمكن إجراؤها بطريقة خطية. بطريقة متكررة تتم إزاحة تسلسلات المراقبة مع إعتقاد بعضهم لبعض. بنهاية كل عملية دوران يتم حساب المسافة بين متجهات السمات المتناظرة للتوقيعين. تكون عملية الرصف مثالية إذا كان متوسط المسافة بين الملاحظات المتناظرة له أقل قيمة. المسافة بين توقعين تساوي متوسط المسافات المحسوبة بين متجهات السمات والتي تم رصفها مثاليا.

5. طريقة عمل النظام

هذا النظام يعمل في ثلاث مراحل رئيسه، وهي على الترتيب: (أ) تسجيل التوقيعات بغرض إنشاء نماذج لها. (ب) تدريب المصنف بعدة توقيعات. (ج) إختبار المصنف بتوقيع جديد. في كل مرحلة تستخدم توقيعات مختلفه عن توقيعات المرحلة السابقه. المخطط الكلي للنظام موضح في الشكل رقم 3.

لكل مستخدم موجود في النظام مجموعة توقيعات تعتبر توقيعات مرجعيه له. في أثناء مرحلة التسجيل في قاعدة البيانات تستخدم مجموعة التوقيعات المرجعية المشار إليها لتحديد المعايير التي تميز مستخدم معين عن الآخرين وكذلك تعبر عن قيمة التباين بين هذه التوقيعات. مجموعة التوقيعات المرجعية وقيم المعايير المحددة يتم حفظها في قاعدة بيانات النظام مع رقم فريد مميز للمستخدم.

في مرحلة التدريب يتم إختيار عدد من التوقيعات الحقيقية والمزورة بطريقة محترفه لتدريب مصنف (ك-ج ق). في مرحلة التحقق من صحة التوقيع أو إختبار المصنف يتم إدخال توقيع الإختبار ومن ثم تتم مقارنته مع كل التوقيعات المرجعية للمستخدم المعني الموجودة في قاعدة البيانات بإستخدام خوارزمية (ت ن ق). إذا كان معيار الإختلاف الناتج من المقارنة أقل من أو يساوي قيمة العتبة للمصنف يتم إعتبار التوقيع حقيقي للمستخدم وبخلاف ذلك يتم إعتقاد التوقيع مزور. الفقرات التالية توضح النظام بمزيدا من التفاصيل.



الشكل 3: نظام التحقق من صحة التوقيع

1.5 التسجيل في قاعدة بيانات النظام

في أثناء عملية التسجيل في النظام تحفظ عدة توقيعات لكل عميل، مثلا خمسة توقيعات بغرض إنشاء نموذج للتوقيع. يتم رصف هذه التوقيعات إلى بعضهم البعض لإيجاد المسافة بين كل توقيعين في هذه المجموعة باستخدام خوارزمية (ت ن ق). من خلال عملية الرصف هذه نحسب مجموعة قيم إحصائية مرجعية وهي:

i. متوسط المسافة إلى أبعد توقيع (d_{max}).

ii. متوسط المسافة إلى أقرب توقيع (d_{min}).

2.5 تدريب المصنف

تستخدم مجموعة توقيعات لتدريب المصنف (ك-ج ق) وهي تختلف عن مجموعة التوقيعات المستخدمة كتوقيعات مرجعية في نموذج العميل. مجموعة التدريب تحتوي على عدة توقيعات من نوعين، النوع الأول توقيعات حقيقيه والنوع الثاني توقيعات مزورة من قبل محترفين. تستخدم هذه التوقيعات لحساب قيمة العتبة التي تفصل بين التوقيعات الحقيقيه والتوقيعات المزوره.

بعد تحديد عميل معين يقارن كل توقيع في مجموعة التدريب مع كل توقيع في مجموعة التوقيعات المرجعية باستخدام خوارزمية (ت ن ق) ومن ثم نحصل على متجه سمات ذو بعدين عناصره هي (p_{min}, p_{max}). المعادلات 3 و 4 توضح كيفية تطبيع قيم السمات الموجوده بمتجه السمات المتحصل عليه في الخطوة السابقه بالقيم المناظره لها بنموذج توقيع العميل المعني التي تم حسابها مسبقا وهي (d_{min}, d_{max}) ومن ثم الحصول على توزيع مجموعة السمات، المعادلات هي:

$$N_{max} = d_{max} / p_{max} \dots (3)$$

$$N_{min} = d_{min} / p_{min} \dots (4)$$

الآن يمكن تدريب المصنف باستخدام متجه السمات المطبق وذو البعدين للفصل بين التوقيعات الحقيقيه والمزوره كما هو موضح في الشكل رقم 4. بعد ذلك يطبق التصنيف الخطي عن طريق إختيار قيمة العتبة المناسبه بحيث تفصل بين نوعي التوقيع الإثنين ضمن مجموعة التدريب. يتم تثبيت العتبة عند هذه القيمه والتي تستخدم لاحقا في عملية التحقق من صحة التوقيع.

توزيع هذه البيانات المطبوعه يدعم فكرة أن التوقيعات الحقيقيه والمزوره في مجموعة التدريب قد تم الفصل بينها تماما وبطريقة جيدة وذلك باستخدام السمات المطبوعه أعلاه. متجهات المسافات المحسوبة بين التوقيعات يتم تطبيعها بالقيم المتوسطه

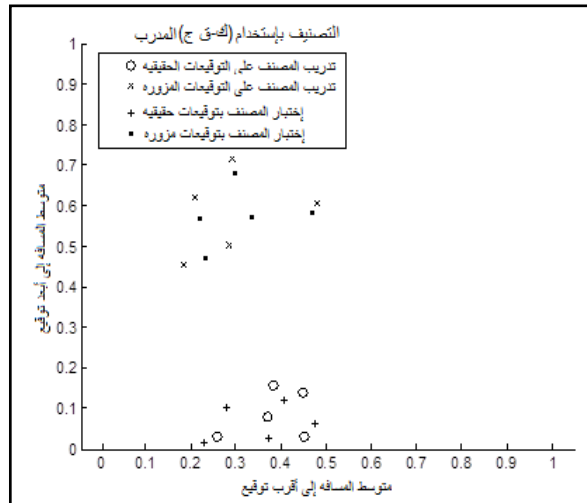


المرجعية المناظره لها ومن ثم لا توجد حاجه لتعيين عتبه مخصصه لكل مستخدم والتي تستعمل دائما في تحديد هل التوقيع الحالي مشابه إلى حد كافي لمجموعة التوقيعات المرجعية أم لا .

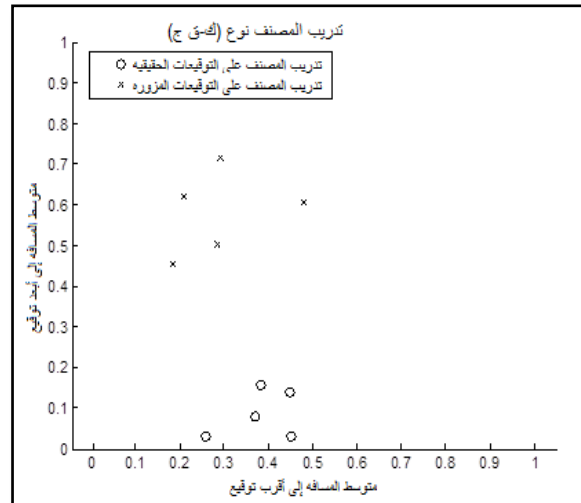
3.5 إختبار المصنف

تم إستخدام مجموعه جديده كمجموعه إختبار للمصنف (ك-ج ق) المدرب في الخطوة السابقه وهي مختلفه عن مجموعه تدريب المصنف وعن مجموعه التوقيعات المرجعيه وتتكون من مجموعه من التوقيعات الحقيقيه والتوقيعات المزوره بمهاره عاليه.

لكي نتمكن من تحديد هل التوقيع المدخل يمثل توقيع حقيقي أم توقيع مزور نتبع نفس الخطوات الموضحة في مرحلة تدريب المصنف وهي أولا إختيار شخص معين يتبع له التوقيع المراد إختباره ومن ثم تحديد مجموعه التوقيعات المرجعيه ومقارنتها جميعا مع التوقيع المدخل بإستخدام خوارزمية (ت ن ق) لكي نتحصل على قيم المسافات (p_{min} , p_{max}) والتي بدورها يتم تطبيعها بالقيم المتوسطه المناظره لها (d_{min} , d_{max}) ومن ثم الآن يمكن إستخدام هذه القيم المطبعه لتصنف التوقيع هل هو حقيقي أم مزور بإستخدام المصنف المدرب كما موضحة نتيجة الإختبار في الشكل رقم 5.



الشكل 5: نتائج إختبار المصنف (ك-ج ق) في التحقق من صحة التوقيع بإستخدام متجه السمات المطبوع ذو البعدين



الشكل 4: تدريب المصنف (ك-ج ق) بإستخدام متجه السمات المطبوع ذو البعدين

6. نتائج التجارب

تم إجراء التجارب على قاعدة بيانات بها 200 توقيع حقيقي و150 توقيع مزور بطريقة محترفه، تم تصميمها لإستخدامها في البحث بمساعدة طلاب بالجامعه وبعض المتطوعين. تم حفظ التوقيعات في الكمبيوتر بنمط أبيض-أسود أي بدون ألوان وبدقه عاديه. تعرفنا على قاعدة بيانات واحده من خلال الشبكة العنكبوتيه تتكون من كلمات وأرقام وتوقيعات عربيه، حيث بها 2500 توقيع حقيقي لعدد 500 طالب بجامعة الإسراء بعمان [21] ولكن لم نتمكن من الحصول عليها. في الأوراق [22، 23، 24] أستخدمت قاعدة بيانات أخرى باللغه الأنجليزيه مصممه من قبل مجموعته أخرى في مدريد بأسبانيا.

عند تسجيل شخص معين في النظام تستخدم له خمس توقيعات حقيقيه كمجموعه مرجعيه وباقي التوقيعات تستخدم في عمليتي تدريب وإختبار المصنف. لاحظ أن البيانات المستخدمه في عملية تدريب المصنف منفصله عن البيانات المستخدمه



كمجموعة مرجع وعن البيانات المستخدمة في إختبار المصنف في التجارب. إعتقادا على التجارب التي تم شرحها مسبقا فقد تحصلنا على كفاءة أداء تعادل حوالي 83% عند استخدام (ك-ج ق) كمصنف.

7. المناقشة و الاستنتاجات

في هذه الورقة تم تقديم نظام للتحقق من صحة التوقيع العربي المكتوب بخط اليد والمحفوظ على الورق (غير مباشر) وقد تم وضع المسألة في صورة تعرف على الأنماط من فئتين (مطابق، مزور) وذلك بمساعدة مصنف (ك-ج ق).

عند استخدام التوزيع المتقطع لرادون لإستخلاص السمات العامة من التوقيعات وضح أنها طريقة مستقرة وفعالة. التوزيع المتقطع لرادون أستطاع أن ينتقل من متجه سمات إلى آخر كما أمكن إنشاء نموذج لكل توقيع يحتوي على ناتج خوارزمية (ت ن ق). توزيع رادون يمكن تطبيقه على التوقيعات باللغه العربية أو الإنجليزيه بنفس الطريقه.

عقدت عدة تجارب بإستخدام مصنف (ك-ج ق) وكانت الكفاءة عموما تعادل 83% لقاعدة بيانات بها 200 توقيع حقيقي و150 توقيع مزور بطريقة محترفة لأكثر من 20 شخص موقع. النتائج التي تحصلنا عليها يمكن القول أنها تعتبر جيده إلى حد ما مع العلم بأنه تم إستخدام مزورين محترفين في التجارب.

8. التوصيات

يمكن في المستقبل القريب إتباع أسلوب دمج عدة طرق مستخدمه للتحقق من صحة التوقيع مع بعضها لرفع كفاءة النظام، كما أنه من الضروري جدا إنشاء قاعدة بيانات حديثه باللغه العربية بها عدد كبير جدا من التوقيعات حقيقيه والمزوره لدعم الأبحاث في هذا المجال. تزوير التوقيعات يمكن أن يتم من موقعين عاديين أو محترفين.

المراجع

- [1] Pippin, C. E.: Dynamic signature verification using local and global features, Georgia Institute of Technology, Technical report (2004).
- [2] Jain, A., Griess, F., Connell, S.: On-line signature verification, Pattern Recognition vol. 35 PP. 2963–2972 (2002).
- [3] Mitchell, T.: Machine Learning, McGraw-Hil, ISBN: 0070428077, p. 414 (1997).
- [4] Cunningham, P., Delany, S. J.: k-Nearest Neighbour Classifiers, Technical Report, UCD_CSI (2007).
- [5] Plamondon, R., Lorette, G.: Automatic signature verification and writer identification—the state of the art, Pattern Recognition, vol. 22, no. 2, pp. 107–131 (1989).
- [6] Sabourin, R., Plamondon, R., Lorette, G.: Off-line identification with handwritten signature images: survey and perspectives, in Structured Document Image Analysis, H. Baird, H. Bunke, and K. Yamamoto, Eds., Springer-Verlag, NY, USA, pp. 219–234 (1992).
- [7] Leclerc, F., Plamondon, R.: Automatic signature verification: the state of the art 1989–1993, International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, vol. 8, no. 3, pp. 643–660 (1994).
- [8] Gupta, J., McCabe, A.: A review of dynamic handwritten signature verification, Tech. Rep., James Cook University, Australia (1997).



- [9] Plamondon, R., Srihari, S. N.: On-line and off-line handwriting recognition: a comprehensive survey, *IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 22, no. 1, pp.63–84 (2000).
- [10] Guo, J. K., Doermann, D., Rosenfeld, A.: Forgery detection by local correspondence, *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, vol. 15, no. 4, pp. 579–641 (2001).
- [11] Impedovo, D., Pirlo, G.: Automatic signature verification: the state of the art, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*, vol. 38, 5, pp. 609–635 (2008).
- [12] Yadav, M., Kumar, A., Patnaik, T., Kumar, B.: A Survey on Offline Signature Verification, *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, Volume 2, Issue 7 (2013).
- [13] Bhosale, V. K., Karwankar, A. R.: Automatic Static Signature Verification Systems: A Review, *International Journal Of Computational Engineering Research*, Vol. 3, Issue. (2013).
- [14] Pal, S., Blumenstein, M., Pal, U.: Non-English and Non-Latin Signature Verification Systems: A Survey, *Proceedings of the 1st International Workshop on Automated Forensic Handwriting Analysis (AFHA)*, pp.1-5 (2011).
- [15] Radhika, K. R., Venkatesha, M. K., Sekhar, G. N.: Signature Authentication Using k-Nearest Neighbor Classifier, *International Journal of Computational Science* , Vol. 4, No. 2, pp. 186-198 (2010).
- [16] Kalera, M. K., Srihari, s., Xu, a.: offline signature verification and identification using distance statistics, *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, Vol. 18, No. 7, pp.1339-1360 (2004)
- [17] Bracewell, R. N.: *Two-Dimensional Imaging*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, ISBN-13: 978-0130626219, p. 640 (1995).
- [18] Peter, T.: *The Radon Transform - Theory and Implementation*, Ph.D. thesis, Technical University of Denmark (1996).
- [19] Coetzer, J., Herbst, B. M., du Preez, J. A.: Offline Signature Verification Using the Discrete Radon Transform and a Hidden Markov Model, *Journal on Applied Signal Processing*, Hindawi Publishing Corporation, 559–571 (2004).
- [20] Hao, F., Chan, C.W.: Online signature verification using a new extreme points warping technique, *Pattern Recognition Letters*, Vol. 24, Issue 16, pp. 2943-2951 (2003).
- [21] Kharma, N., Ahmed, M., Ward, R.: A New Comprehensive Database of Hand-written Arabic Words, Numbers, and Signatures used for OCR Testing, *IEEE Canadian Conference on Electrical & Computer Engineering*, Vol 1, ISBN: 0-7803-5579-2, pp. 766-768 (1999).
- [22] Ahmed, A. A., Zhirkov, V.F.: Off line signature verification using radon transform and svm/knn classifiers, *TSTU Trans.* Vol. 15. № 1. pp. 62-69 (2009).



- [23] Ahmed, A. A., Ahmed, A. M.: K-nearest neighbor classifier for signature verification system, International Conference in Computing, Electrical and Electronics Engineering (ICCEEE), SUDAN, pp.58-62 (2013).
- [24] Ahmed, A. A., Ahmed, A. M.: Signature Verification System Based on Support Vector Machine Classifier, The International Arab Conference on Information Technology (ACIT'2013), SUDAN (2013).