دراسة التعرف الآلي على خط اليد

تحت إشراف:

الأستاذ الدكتور صلاح عبية- مدينة زويل للعلوم والتكنولوجيا

بالاشتراك مع:

لجنة الذكاء الاصطناعي – مجمع اللغة العربية – القاهرة

دراسة التعرف الآلي على خط اليد

المقدمة(*) لطالما اقترنت لغة الضاد برسم الحروف وزخرفتها بعدة أشكال وخطوط. وكان كل نوع من أنواع الخطوط خير شاهد على مرحلته الزمنية ومرآة لحاضرها، فكان هناك الخط الكوفي، وخط النسخ، وخط الرقعة، وخط الثلث، والخط الديواني.

لكلٍّ طقوسُهُ ومناسبته التي لا يصلح لها غيره من طرق الرسم والزخرفة. يتم به التعبير عن عظمة اللغة وما تكنه من درر وكنوز.

ولما تقدمت التقنيات الحاسوبية في عصرنا الحالي، وأصبح التطور الرقمي هو سمة العصر، وأصبحت المستندات والخطوط الرقمية الوسيلة الأنسب لمواكبة سرعة تطور هذا العصر، كان لابد من الإتيان بحلول تمكننا من الاستفادة من كنوز العربية المسطورة على الأوراق ودمج معلوماتها في ظل الثورة المعلوماتية القائمة. لذا برزت كثير من التقنيات والأساليب التي تحاول تحقيق ذلك؛ ومن أهمها طرق تحويل المعلومات الورقية إلى نصوص رقمية بسهولة وسرعة أو ما يعرف بالتعرف الآلي على الخطوط.

وبمجرد أن يتم ذلك بصورة دقيقة، نجد أننا أمام مزيج رائع من المعلومات التي لا حدود لها وبين القدرة الحاسوبية العملاقة التي نتمتع بها في وقتنا الحالي عند أطراف أناملنا، ومن هنا نبدأ تطويع هذه المعلومات لخدمة البشرية وتطوير اللغة العربية وازدهارها فهي لطالما كانت ولازالت قادرة على مواكبة جميع الأزمان والعصور.

أ) التعريف: ما هو التعرف الآلي على خط اليد وأنواعه؟

يعتبر علم التعرف الآلي على خط اليد أحد فروع العلم المنبثقة من علم التعرف على الأنماط. وهو أحد أشد الفروع رواجًا في المجال البحثي في الآونة الأخيرة نظرًا لتعدد تطبيقاته وتنوع مجالات استخدامها، ويشكل هدف الوصول إلى مستويات عالية من الدقة في التعرف الآلي على خط اليد هاجسًا شغل تفكير الباحثين والمهتمين بالحاسب الآلي وخاصة المبرمجين، وذلك لإمكانية الاستفادة منه بشكل كبير في نقل البيانات والعلوم المطبوعة إلى الحاسب بسرعة وبساطة، ومن ثم الاستفادة من إمكانيات الحاسب في تعديل ومعالجة هذه العلوم واستخلاص المعلومات منها.

(*) أحمد أشرف حسين – باحث مساعد بجامعة العلوم والتكنولوجيا بمدينة زويل

ب) أنواع التعرف الآلي على خط اليد

ينقسم التعرف الآلي على خط اليد إلى صنفين رئيسيين:

- **التعرف المتصل:** تتم خلاله عملية التعرف الآلي على خط اليد أثناء الكتابة مباشرة باستخدام قلم ضوئي على شاشة خاصة، حيث يتم تذليل المعلومات المتاحة، مثل حركة رسم الأحرف وتسلسلها، مما يسهل عملية التعرف.
- **التعرف غير المتصل:** في هذا الصنف من التعرف الآلي، يتعامل الحاسب مع النص بعد الانتهاء من كتابته على هيئة صورة، بحيث لا يتسنى له معالجة النص أو تحريره بشكل مباشر.

ج) دوافع دراسة التعرف الآلي

يعتبر التعرف غير المتصل هو الأكثر جذبًا للانتباه؛ لأن تحسين نتائجه يمكننا من الاستفادة من كم المطبوعات المتاحة وضمها لمنظومة البيانات السحابية، ومن ثم تسخيرها للاستخدام ضمن نطاق واسع من التطبيقات.

من ضمن هذه التطبيقات يمكننا ذِكْر:

- التوجه لتحويل المطبوعات إلى نسخ إلكترونية.
- تطوير التقنيات التي تساعد في التغلب على عسر القراءة، ونقص الانتباه عند التعامل مع المطبوعات.
- دمج التعرف الآلي ضمن التقنيات القابلة للارتداء لمساعدة:
  - ذوي الإعاقة البصرية.
  - البحث في ملفات ضخمة.
  - المجالات البنكية مثل التحقق من صحة الشيكات المصرفية.

د) دوافع دراسة التعرف الآلي في مجالات الأعمال

يمثل التعرف الآلي جنبًا إلى جنب مع تعليم الآلة أسس الطفرة الحقيقية في مجال الأعمال، ويُخص بالذكر الأعمال البنكية وأعمال بيع التجزئة، حيث إنه يقدم دورًا مهمًّا في توفير المعلومات المقدمة في جميع المستندات الورقية وأوراق الأعمال وتحويلها للصورة الرقمية التي تعد بدورها أحد أهم ركائز تعليم الآلة والذكاء الاصطناعي التي تمكنه من التحليل والتصنيف لكل من العملاء وأصحاب المشاريع وأعمالهم التجارية والأنشطة التي يهتمون بها وغيرها، مما يتيح الفرصة للتنبؤ بمجريات السوق المستقبلية وتذليل كثير من العوامل لمجاراة هذه التنبؤات، الأمر الذي يترتب عليه تعظيم الفائدة أو مجابهة الأزمات وتقليل الخسائر.

وفيما يلي سرد لبعض دوافع دراسة التعرف الآلي في مجالات الأعمال:

- تمكين مسح أوراق المعاملات البنكية وإيصالات الدفع باستخدام الهاتف المحمول، فذلك يسهل الدفع الإلكتروني أو تحويل الأموال.
- أتمتة عملية إدخال البيانات البنكية بطريقة يدوية، وذلك يوفر الوقت والجهد والتكلفة، حيث إنه ما يمكن تسجيله أوتوماتيكيًّا وتخزينه في صورة رقمية في بضع دقائق لا يستطيعه عدد كبير من الموظفين وإن استطاعوا فإن ذلك يكون في وقت أطول من الطريقة الأوتوماتيكية.
- استخراج المعلومات الشخصية ومعلومات التواصل بمجرد مسح الكارت البنكي أوتوماتيكيًّا دون الحاجة إلى الذهاب إلى مقر البنك، وهذا يقلل نسبة الأخطاء ويسهل مراجعة البيانات في أي وقت وتأكيدها.
- بعض البنوك والمنشآت تقوم بتفعيل أنظمة أمان ثنائية المصادقة (Two-Factor Authentication)، أحدها يكون التعرف الآلي على البصمة الخطية ومقارنتها في كل مرة يتم الولوج إلى بيانات الحساب بالبصمة الأصلية التي تم تسجيلها مسبقًا.

إضافة إلى الأعمال البنكية، يمكن أيضًا الاستفادة من دراسة التعرف الآلي في:

- سهولة التنقل في بلاد أجنبية والتعامل مع مواطنيها.
- تسهيل إجراءات السفر عن طريق تأكيد البيانات واستخراجها من جواز السفر بمجرد مسحه أوتوماتيكيًّا.
- رفع كفاءة سير الأعمال بشكل عام ومتابعة تطورها ودعمها.

هـ) دوافع دراسة التعرف الآلي في مجالات التعليم

بالنظر إلى مجال التعليم على أنه أحد أهم المجالات التي يتمثل القوام الرئيسي لها في المعلومات الورقية وسبل تنظيمها وشرحها وتداولها بين الأساتذة والدارسين، نجد أن دراسة التعرف الآلي على الخطوط يمكن أن تسهم بشكل كبير في تطويره وجعله أكثر سهولة ومتعة، علاوة على ذلك، فإن الحياة الرقمية تعتبر هي سمة وقتنا الحاضر، ومع سهولة وصول الأطفال إليها في سن مبكر فإن دمج العملية التعليمية في الصورة الرقمية

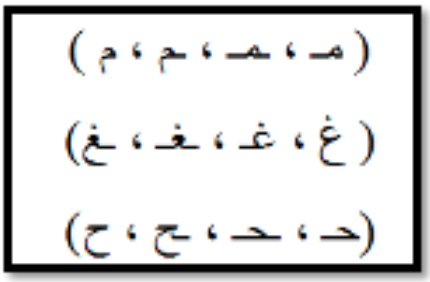
يخلق بيئة محفزة لهم على التعلم والاكتشاف، فبمجرد تحويل المعلومات الورقية المطبوعة أو المكتوبة إلى صورة رقمية يسهل تداولها، يمكننا الاستفادة من الأدوات المتاحة لتحويلها إلى مخططات ورسوم بيانية أكثر تشويقًا، أو يمكننا الاستفادة من البرامج الناطقة، بما يسهل على الطلبة صعوبات القراءة في بداية رحلة تعلمهم، والأهم زيادة انخراط أصحاب الهمم والإعاقات البصرية في عملية التعليم والدراسة.

أمثلة على التحديات التي تواجه التعرف الآلي على خط اليد

تكتب كلمات اللغة العربية باستخدام ٢٨ حرفًا مختلفًا، وبأربعة أشكال مختلفة يحددها موقع الحرف في الكلمة، وذلك يسبب المشكلة الرئيسية في فصل هذه الحروف وتمييزها منفردة مثل معظم اللغات اللاتينية.

وفيما يلي، نستعرض بعض العوائق التي تمثل تحديًا لمن يهتم بالبحث في مجال التعرف الآلي على خط اليد:

- اتصال الأحرف، وتنوع مواضعها في الكلمة.
- تنوع الخطوط العربية، واختلاف رسم الحرف في كل خط.



- تأثير النقط والهمزات والتشكيل
- تداخل الأحرف، حيث يتم تداخل عدة أحرف في حيز كتابة الحرف الأول

و) أهداف الدراسة

إن الاستخدامات العملية لهذا المجال تكاد لا تنتهي، وبناءً عليه تم إنشاء العديد من الأبحاث المختصة بتطويره ودراسته والتوسع في تغطيته اللغوية. إن التقدم في الأبحاث العلمية المختصة بالتعرف على خط اليد في الإنجليزية أكبر بكثير منها في العربية كما هو الحال في معظم الدراسات المختصة بعلوم الحاسب. يهدف هذا العمل إلى تسليط الضوء على المنطقة العربية آخذًا في الاعتبار الطبيعة المعقدة للغة العربية وتعدد لهجاتها وسعتها اللغوية. كما يهدف إلى تعريف القارئ بمجال التعرف على خط اليد عن طريق عمل بحث بيني للمقارنة بين الأدوات المختلفة

المستخدمة في عملية التعرف الآلي على الخط المكتوب يدويا أو إلكترونيا، بالإضافة إلى تعريف القارئ بالطرق المختلفة المستخدمة لتحقيق التعرف بشكل صحيح. أيضًا سنتطرق ببعض التفصيل إلى الخوارزميات المستخدمة في معالجة الصور قبل البدء في التعرف على النص. كذلك تناقش هذه الدراسة بعض التقنيات المتوافرة وهي:

Prepostseo image_to_text
OCR Space
Convertio (Online)
i2OCR (Online)

مع توضيح بعض التعديلات والتحسينات الممكنة للحصول على معدلات أداءٍ أفضل.

وسائل البحث

أ) الخوارزميات المستخدمة في التعرف على خط اليد (مرحلة الإعداد)

تصنف مهمة التعرف على خد اليد على أنها إحدى مهام رؤية الآلة؛ نظرًا لأن التعامل الأول يكون إما مع صور أو مستندات تم مسحها إلكترونيًّا لتصبح صورًا، لذا تمثل مرحلة معالجة الصور عنصرا مهما في مرحلة الإعداد التي تؤثر بشكل كبير على أداء مهمة التعرف ودقتها، بالإضافة إلى ذلك، فإن من أهم سبل تحسين دقة التعرف على خط اليد بشكل آلي هو الرجوع إلى طبيعة الصور المستخدمة ومراجعة مدى دقتها وملاءمتها للنتائج التي تم الحصول عليها.

من سبل الإعداد الجيد للصور لتحقيق تعرفٍ آليٍّ بشكل ناجح:

- المحاذاة: يتم معالجة تعديل أخطاء المسح الإلكتروني إذا ما تم بشكل غير متناسق مع حواف الوثيقة، وفيها يتم العمل على محاذاة حواف الوثيقة بشكل مناسب أفقيًّا ورأسيًّا، عن طريق التخلص من الحواف الزائدة أو الدوران عدة درجات في اتجاه عقارب الساعة أو ضدها للحصول على النص محل الاهتمام في شكل أفقي سليم.
- التنقيح: وفي هذه العملية يتم العمل على إزالة الشوائب الموجودة في الصورة نتيجة عوامل التصوير، والإضاءة، أو مشاكل في الأوراق ذاتها كالثني أو التلف.
- تحليل تنسيق الوثيقة عن طريق تحديد بدايات الفقرات ونهاياتها، وتمثل هذه الخطوة أهمية كبيرة في النصوص التي تستخدم تنسيقًا متعدد الأعمدة مثل الأوراق العلمية.

- إزالة الخطوط الزائدة وتحديد الخطوط الأفقية التي تحتوي على النصوص وتقسيم تلك النصوص إلى كلمات.
- تحويل الصور من قنوات الألوان الثلاثية (أحمر-أخضر-أزرق) إلى الثنائية (أسود-أبيض): وفيها يتم فصل النص عن الخلفية.

ب) الخوارزميات المستخدمة في التعرف على خط اليد (مرحلة التعرف)

تتعدد الخوارزميات المستخدمة في التعرف الآلي على خط اليد وتتفاوت في مدى تعقيدها، ولكن بإلقاء نظرة عامة نجد أن هناك قالبَ عملٍ ثابتًا لجميع الخوارزميات مهما اختلفت طرق تطبيقه. يعتمد التعرف الآلي على خط اليد على هيكل عمل أساسي يمكن تنفيذ كل جزء منه بعدة طرق مختلفة:

- تكوين قاعدة بيانات تضم جميع الأحرف بمختلف أشكالها ومواضعها في الكلمة (بداية، وسط، آخر الكلمة أو منفصلة).
- تمثيل كل حرف في النص بمجموعة من الخصائص التي تلائم الخصائص المستخدمة لتخزين كل نموذج في قاعدة البيانات مثل عدد الخطوط الأفقية، والانحناءات، أو عدد النقط.
- مقارنة تمثيل الحرف بقاعدة البيانات المرجعية وبالتالي التعرف عليه استنادًا إلى نسبة دقة تتضمن مقارنة كل خاصية للحرف مع نظيرتها في كل نموذج ضمن قاعدة بيانات الخوارزميات المستخدمة في التعرف على خط اليد (مرحلة التعرف).
- مطابقة الأنماط (Pattern Matching)

تعتمد هذه الخوارزمية على مطابقة الأحرف نقطة بنقطة (pixel by pixel) عن طريق مرحلة أولية يتم فيها قياس بُعد حرف معين عن حرف آخر، ومن النتيجة ترشيح عدة احتمالات مقبولة، ثم تأتي مرحلة الفحص التي يتم فيها اختيار الحرف الأنسب بعد تفادي عوامل الضوضاء. وبالتأمل في هذه الخوارزمية، نجد أنها قد تؤدي بشكل أفضل عند التعامل مع النصوص المطبوعة أكثر من المكتوبة يدويًّا نظرًا لتقارب الأنماط في حالة الصورة النقطية.

- التعرف على الخصائص (Feature Recognition)

تعتبر هذه الخوارزمية هي محاولة لتطويع خوارزمية مطابقة الأنماط لتناسب

الخطـوط اليدويـة بشـكل أفضـل، حيـث يـتم الاستناد إلى مجموعة خصائص عوضًا عن التمثيـل النقطـي لتسـتطيع مواكبـة تغيـرات الحرف من خط يدٍ إلى آخر. فمثلًا يمكن تمثيل حرف الفاء بأنه مكون من دائرة، نقطة واحدة وخط أفقي انحناؤه إلى أعلى.

- الشـبكات العصـبية (Neural Networks)

تعتبـر الشـبكات العصـبية مـن أكثـر الخوارزميـات الملائمـة لتطبيـق مثـل التعـرف الآلـي علـى خـط اليـد، فبـالنظر إلـى قـدرة الإنسـان علـى تمييـز الأحـرف المكتوبـة بخـط اليد نجد أنها مهارة مكتسبة تزداد دقة وسرعة باستمرار ممارستها.

وفي مثل هذه المهمات، يبرز دور التعلم في الشبكات العصبية لاحتوائها على وحدات تعلـم صـغيرة تسـمى الخلايـا العصـبية ذات معاملات معينة تخضع لها البيانات المدخلة، ويميز هذه المعاملات قابليتها للتغيير والتجديد بنـاءً علـى مـدى قـرب النتيجـة النهائيـة مـن الحقيقة الأساسية أو بعدها (وفي هذه الحالة، تتوقف قابليتها على مدى قدرتها على تمييز الحرف المكتوب بخط اليد بشكل صحيح) مما يعنـي أنهـا تـتعلم مـن محاولاتهـا المتكـررة فـي تمييز الحروف.

ج) الخوارزميات المستخدمة في التعرف على خط اليد (مرحلة ما بعد التعرف)

تعتبـر مرحلـة المعالجـة مـا بعـد التعـرف هي مرحلة اختيارية في عملية التعرف الآلي علـى خـط اليـد، ولكنهـا تزيـد مـن دقـة النتـائج بشـكل كبيـر بـل تصـبح أساسـية فـي بعـض التطبيقات الخاصـة بـالتعرف علـى النصـوص المتعلقة باللغة والترجمة.

فـي هـذه المرحلـة يـتم النظـر إلـى مهمـة التعـرف علـى خـط اليـد آليًّـا علـى أنهـا تمثـل مزيجًـا بـين مهـام رؤيـة الآلـة ومهـام معالجـة النصوص الطبيعية معًا.

تبـرز تصـنيفها كمهمـة رؤيـة آلـة فـي التعامـل مـع الصـور ومعالجتهـا وتنقيحهـا ومحاولـة التعـرف علـى أنمـاط الأحـرف والكلمات المختلفة ومقارنتها بالسمات الأقرب لها.

التقنيات المتوافرة للتعرف على خط اليد

تعتبـر الأدوات المتاحـة مجانيًّـا جميعهـا مواقع إلكترونية تقدم خدمة التعرف الآلي على خط اليد بشكل مجاني وتتفاوت في الخدمات التي تقدمها:

1- Prepostseo

يعتبر Prepostseo موقعًا متميزًا نظرًا لحجم الأدوات المتاحة به، مثل التعرف الآلي على خط اليد، والتدقيق اللغوي، وإعادة صياغة الجمل، وأكثر من تسعين خدمة أخرى مجانية، ويتيح خدمة التعرف الآلي على خط اليد بأكثر من ثلاثين لغة مختلفة ويدعم الصور بصيغPNG ، JPG، JPEG.

يقدم الناتج في صيغة نص، أو ملف word قابل للتحميل، ويدعم التعرف على النصوص المكتوبة إلكترونيًّا وبخط اليد، لكنه لا يسمح بالتعرف على النص في أكثر من ملف في المرة الواحدة

2- OCR Space

يقدم OCR Space محركين مختلفين للتعرف على خط اليد، أحدهما يدعم لغات أكثر، والآخر يقدم نتائج أفضل في الأرقام والرموز الخاصة، ويتيح خدمة التعرف الآلي على خط اليد بأكثر من خمسٍ وعشرين لغة مختلفة ويدعم الصور بصيغ PNG ، JPG، JPEG وملفات الPDF .

يقدم الناتج في صيغة نص، أو ملف JSON قابل للتحميل، لكنه لا يسمح بالتعرف على النص في أكثر من ملف في المرة الواحدة، ويدعم التعرف على النصوص المكتوبة إلكترونيًّا وبخط اليد.

3- Convertio

يتيح خدمة التعرف الآلي على خط اليد بأكثر من سبعين لغة مختلفة ويدعم الصور بصيغPNG ، JPG، JPEG وملفات ال PDF ويقدم الناتج في صيغة نص، أو ملف word قابل للتحميل.

يسمح بالتعرف على النص في أكثر من ملف في المرة الواحدة ولكن المحاولة المجانية أقصاها عشرة ملفات، ويدعم التعرف على النصوص المكتوبة إلكترونيًّا فقط، وعند استخدام نص مكتوب بخط اليد تصبح النتيجة مجرد فراغ.

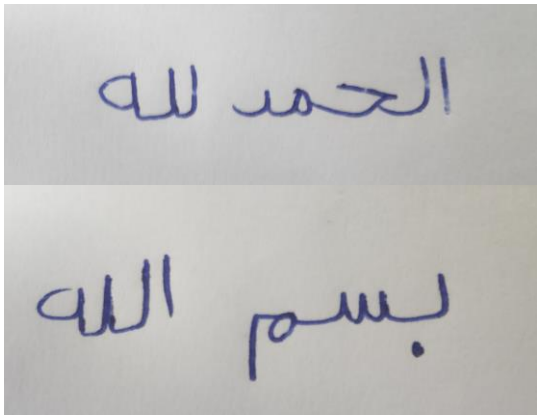
4- i2OCR

يتيح خدمة التعرف الآلي على خط اليد بأكثر من مئة لغة مختلفة ويدعم الصور بصيغ PNG، JPG، JPEG وملفات الPDF ويقدم الناتج في صيغة نص، ملف word أو ملف PDF قابل للتحميل.

لا يسمح بالتعرف على النص في أكثر من ملف في المرة الواحدة، ويدعم التعرف على النصوص المكتوبة إلكترونيًّا فقط، وعند استخدام نص مكتوب بخط اليد تصبح النتيجة مجرد فراغ.

تقييم التقنيات المستخدمة للتعرف على خط اليد

فيما يلي، سنقوم بتجهيز بعض الأمثلة المطبوعة والمكتوبة يدويًّا وتقييم أداء عدة أدوات متاحة مجانًا ومقارنة نتائجها.



النصوص المكتوبة بخط اليد

النصوص المناظرة بالكتابة الإلكترونية

سنقوم بمقارنة النتائج بناء على عدد الحروف التي يتم التعرف عليها بشكل صحيح، مع ملاحظة إذا ما يتم التعرف – بشكل خاطئ– على أية ضوضاء في الصور وتصنيفها كنصوص حقيقية.

معظم الأدوات متاحة عن طريق مواقع إلكترونية؛ لذا فإن مدة التعرف على النص يسهم فيها بشكل كبير سرعة الاتصال بالإنترنت وإمكانيات الحاسب المستخدم

- نتائج الأدوات على النصوص ذات الكتابة الإلكترونية:

بالنظر إلى النتائج السابقة، نجد أن الأدوات تحقق دقة عالية في التعرف على النصوص المكتوبة إلكترونيًّا.

هذا يرجع إلى أن الكتابة الإلكترونية تتميز بطريقة رسم معينة للأحرف ومسافات قياسية بينها قد لا تختلف من جملة لأخرى.

بالإضافة إلى ذلك فإن الكتابة الإلكترونية تظل محتفظة بسمات الأحرف الشكلية، وطرائق رسمها والمسافات البينية عند تغيير حجم الصورة، أو جودتها، أو تحويلها من صيغة لأخرى.

قدمت جميع الأدوات نتائج مثالية في التعرف على النصوص المكتوبة إلكترونيًّا، حيث تعرفت على جميع النصوص بشكل سليم.

لا يتيح سوى موقع i2OCR مدة تقديرية للتعرف على النص ولكن بشكل تقديري، فقد تقارب زمن التعرف على النصوص في جميع المواقع إلى ما يقرب من ثانية واحدة لكل صورة.

النص	Prepostseo	OCR Space	Convertio	i2OCR
الحمد لله	الحمد لله	الحمد لله	---	---
بسم الله	بسم الله	بسم الله	---	---
المحتويات	المحتويات	المحسويات	---	---
الله أكبر	الله أكبر	اللأ كدر	---	---

- نتائج الأدوات على النصوص المكتوبة بخط اليد:

بالنظر إلى الجدول السابق، نجد أنه بالنسبة للنصوص المكتوبة يدويًا فقد تمكن Prepostseo من التعرف على جميع النصوص بشكل ناجح.

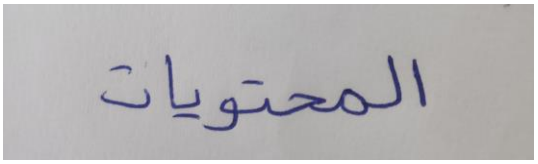
قد تم اختبار الموقع باستخدام الصورة التي تحتوي كلمة "المحتويات" بخط النسخ مرة، وبخط الرقعة مرة أخرى، وقد نجح في التعرف على الكلمة بشكل صحيح في المرتين.

بالإضافة إلى ذلك، تم اختبار الموقع باستخدام صورة تحتوي على ثلاثة نصوص مختلفة مكتوبة بخط اليد في ثلاثة أسطر متتالية، وتمكن من التعرف عليها بشكل ناجح.

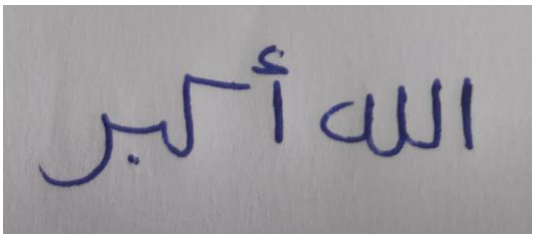
مدة التعرف على النص تتراوح ما بين ١٠ إلى ١٣ ثانية.

أما OCR Space فلقد نجح في التعرف على اثنين فقط من الأمثلة الأربعة المستخدمة في مدة تتراوح بين ١٢ إلى ١٥ ثانية للصورة الواحدة

وبالنظر إلى هذه الأمثلة نجد أن:



كلمة "المحتويات" تم التعرف عليها على أنها "المحسويات"، ويمكن إرجاء ذلك إلى طريقة رسم حرف التاء وطريقة رسم النقاط.



كلمة "الله أكبر" تم التعرف عليها على أنها "اللأ كدر" ويمكن إرجاء ذلك إلى طريقة رسم حرف الكاف، وصغر المسافة بين

الكلمتين، فقد جعلت خطوة فصل الكلمات تتم بشكل خاطئ، حيث تم فصل الكلمتين عند حرف الكاف.

اقتراحات للباحثين لتحسين دقة أداء أدوات التعرف الآلي على خط اليد

من المقترحات التي يتناولها الباحثون للتحسين من دقة أداء أدوات التعرف على خط اليد:

- الانتباه إلى حالة الصورة قبل التعرف الآلي على النص الموجود بها، وتطبيق طرق المعالجة المناسبة للوصول إلى جودة صورة تتيح التعرف الآلي على النصوص بشكل جيد.
- جعل مهمات التعرف الآلي على خط اليد خاصة بكل تطبيق على حدة، على سبيل المثال يمكن دمج تقنية التعرف الآلي على خط اليد في تطبيق خاص بالمجال البنكي فقط بما يساعد على تقليل خيارات التنبؤ والقدرة على استخدام معجم لغوي في مرحلة ما بعد التعرف
- استخدام أدوات لها القدرة على تقديم نتائج أفضل نظرًا لحجم البيانات المتاحة لها و التي تم استخدامها في تدريب هذه الأدوات مثل:
  - AWS
  - Microsoft Note
  - Google Documents

المصادر

[1] أبـو الشـاماتر.، "التعـرف الآلـي علـى الأحرف العربية باستخراج سماتها البنيوية"، Tuj-eng, vol. 36, no. 6, Feb.2016.Available:http://journal.tishreen.edu.sy/index.php/engscnc/article/view/1402/1354

[2] H. Parks, “What is OCR and how can it help business?,” *Webexpenses*, 22-May-2020. [Online]. Available: https://www.webexpenses.com/2020/05/ocr-help-business/. [Accessed: 03-Mar-2022].

“[3] What is OCR, and how can it benefit my business?,” EBM, 17-Feb-2022. [Online]. Available: https://www.ebmltd.co.uk/cloud/how-can-ocr-benefit-business/. [Accessed: 03-Mar-2022].

[4] Bessou, Sadik. خوارزميات و برامج التعرف الآلي على الخط العربي. (2017), Available: https://www.researchgate.net/publication/325952928_khwarzmyat_w_bramj_altrf_alaly_ly_alkht_alrby

[5] Faisal Mohammad et al, /(IJCSIT)InternationalJournal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 5 (2) , 2014, 2088-2090