Journal of Humanitarian and Applied Sciences - مجلة العلوم الإنسانية والتطبيقية
(رقم الإيداع المحلي 95 / 2020) - (ISSN: 2706- 9087) - (معامل التأثير العربي شهادة رقم: 472 - 2020)
كلية الآداب والعلوم قصر الأخيار - جـامعة المرقب
Volume 8 – Issue 15 المجلد 8 العدد 15

تصميم تطبيق يُساعد ذوي الإعاقة البصرية على تمييز وتصنيف الأوراق المالية الليبية المتداولة

محمد خليفة صالح خليفة

قسم علوم الحاسوب ، كلية تقنية المعلومات ، جامعة المرقب ، الخمس– ليبيا
* *mkkhalifa@elmergib.edu.ly*

Received: 13/02/2023	Accepted:26/02/2023

Designing an Application that Helps People with Visual Impairments to Distinguish and Classify Libyan Traded Securities

Mohamed K. S. Khalifa

Computer Science Department, Faculty of Information Technology,Elmergib University, Al-Khums–Libya

Abstract

The aim of this research paper is to help people with visual challenges (the blind and visually impaired) in the country of Libya. Thus the researcher designed and developed an application for automatic identification of Libyan securities traded through a mobile phone camera. This research work was implemented and tested for stock classification, using methods that combine the language environment "Matlab" and "MobileNet", a relatively new framework for deep learning (DL) image processing architecture. A currency classification system has been applied and implemented to be identified through the use of image processing steps. The proposed application processes, to classify and distinguish the types of Libyan money denominations, consist of six stages: (photo capture, pre-treatment of colors and currency image, detection of currency image edges, image segmentation, extraction of distinctive signs of currency characteristics, currency value recognition). To prove the effectiveness of the application algorithm, the researcher evaluated how well our proposed model performs using a new, classified and balanced raw data set of bank-notes (new, average, and old), consisting of approximately 2500 images with different lighting methods, which were employed for comparison and conducting experiments (training and testing) to classify the traded and approved Libyan securities of each of the five types (1, 5, 10, 20 & 50 LYD). In addition to the application of the supervised learning approach, the results of the experimental tests demonstrated the effectiveness of the proposed application algorithm in distinguishing and classifying the Libyan securities traded using the image processing process, and it showed good performance as it took a short time and produced an overall accuracy rate of more than 99% in the testing and verification process. Moreover, to ensure and confirm the efficiency and effectiveness of our model for the proposed application, we evaluated our application through 7 users from the visually impaired community. According to evaluation and verification, our application has been proven to be very successful and highly effective and works well with any lighting environment or heterogeneous methods .

Keywords: An application to identify the Libyan securities traded , Deep Learning , Matlab Language , Images Processing , Blind and Visually Impaired.

Abbreviations الاختـــصارات

IMPRO	Image Processing.	RGB	(Red, Green, Blue) the colors used in image processing.
DL	Deep Learning.	WHO	World Health Organization.
IT	Information Technology.	AFB	American Foundation for the Blind.

الملخـــص

الهدف من هذا المشروع البحثي هو مساعدة الأشخاص الذين يعانون من التحديات البصرية (المكفوفين وضعاف البصر) في دولة ليبيا، بحيث صممنا وطورنا تطبيقًا للتعرف التلقائي على الأوراق المالية الليبية المتداولة من خلال كاميرا الهاتف المحمول، تم تـــنفيذ هذا العمل البحثي واختباره لتصنيف الأوراق المالية، باستخدام الأساليب التي تجمع بين بيئة لغة "Matlab" و الـــ "MobileNet" ، وهو إطار عمل جديد نسبيًا لمعمارية التعلم العميق (DL) لمعالجة الصور (IMPRO)، تم تطبيق وتـــنفيذ نظام تصنيف العملة للتعرف عليها من خلال استخدام خطوات معالجة الصور (IMPRO) تتكون عمليات التطبيق المقترح، لتصنيف وتمييز أنواع فئات العملة الليبية من ست مراحل: (التقاط الصورة، المعالجة المسبقة للألوان ولصورة العملة، الكشف عن حواف صورة العملة، تجزئة الصورة، استخراج العلامات المميزة لخصائص العملة، التعرف على قيمة العملة)، لإثبات فعالية خوارزمية التـــطبيق، قمنا بتقييم مدى جودة أداء أنموذجنا المقترح باستخدام مجموعة بيانات أولية جديدة ومُصنّـــفة ومتوازنة من الأوراق النقدية (الجديدة ، المتوسطة ، والقديمة) ، تتكون من ما يقرب من 2500 صورة بطرق إضاءة مختـــلفة، والتي تم توظيفها للمقارنة وإجراء التجارب (التدريب والاختبار) لتصنيف الأوراق المالية الليبية المتداولة والمعتمدة من كل نوع من أنواع الفئات الخمسة (1 ، 5 ، 10 ، 20 & 50 دينار ليبي)، بالإضافة إلى تطبيق نـــهـــج التعلم الخاضع للإشراف، أثبتت نتائج الاختبارات التجريبية فاعلية خوارزمية التطبيق المقترح في تمييز وتصنيف الأوراق المالية الليبية المتداولة باستخدام عملية معالجة الصور، وأظهرت أداءً جيدًا؛ حيث استغرقت وقـــــتًا قـــــصيرًا وأنتجت معدل دقة إجمالي يزيد عن 99٪ في عمليات الاختبار والتحقق، علاوة على ذلك، لضمان وتأكيد كفاءة وفاعلية أنموذجنا للتـــطبيق المقترح، قمنا بتقييم تطبيقـــنا من خلال 7 مستخدمين من مجتمع ذوي الإعاقة البصرية، وفقًا للتقييم والتحقق، فقد ثبت أن تطبيقـــنا ناجح جدًا وفعال للغاية ويعمل بشكل جيد مع أي بيئة أو طرق إضاءة غير متجانسة .

الكلمات المفتاحية: تطبيق للتعرف على الأوراق المالية الليبية المتداولة ، التعلم العميق (DL) ، لغة "Matlab" ، معالجة الصور (IMPRO) ، المكفوفين وضعاف البصر.

1. المقدمة :

بدأت التطورات في مجال تقنية المعلومات (IT) في تحسين نوعية الحياة بشكل كبير للأشخاص المعاقين بصريًا وجعلها أكثر سهولة، عن طريق السماح لهم بالوصول إلى العالم المادي، من خلال تصميم وتطوير التقنيات التي تساعدهم على معرفة الأشياء من حولهم وتمييزها (Chowdhury, Jana, & Parekh, 2020)، في السنوات الأخيرة، اكتسبت التقنيات والحلول القائمة على التعلم العميق (DL) لمساعدة المكفوفين وضعاف البصر اهتمامًا متزايدًا من قبل العديد من الباحثين في مجال تكنولوجيا المعلومات (IT)، هذه التطورات التكنولوجية التي تزيد من: (إمكانية الوصول بسهولة ، الأمان في المعاملات التجارية ، وتحسين نوعية الحياة) للأشخاص ذوي الإعاقة البصرية، لها تأثير اجتماعي إيـــجـــابـــي وعميق على مجتمع المكفوفين وضعاف البصر (Otsu, 1979) . أظهرت دراسة حديثة أجرتها منظمة الصحة العالمية (WHO)، أن هناك 953 مليون شخص يعانون من إعاقة بصرية على مستوى العالم ، منهم 637 مليون يعانون من ضعف بصري متوسط إلى شديد و 316 مليون من المكفوفين تمامًا (World health Organization statistics, 2023) . وفـــــقًا للمؤشرات الوطنية لخدمات صحة العيون في ليبيا ، في عام 2022، كان هناك ما يقدر بنحو 790 ألف شخص يعانون من فقدان البصر، من بين هؤلاء كان 89 ألف شخص مكفوفين (National indicators for eye health services in

(Libya, 2022، يواجه الأشخاص المعاقين بصريًا مجموعة متنوعة من التحديات والصعوبات، أثناء تفاعلهم مع محيطهم التجاري بشكل يومي؛ بسبب زيادة حجم المعاملات المالية التي تحدث وجهًا لوجه، إلى جانب ذلك، يعد التعرف على الأوراق النقدية وتمييزها أحد أكثر المشكلات والصعوبات انتشارًا في مجتمع ذوي الإعاقة البصرية.

تلعب المعاملات المالية المباشرة دورًا مهمًا في حياتنا اليومية، إلى جانب التكنولوجيا تتطور المعاملات المالية أيضًا وتتم دراستها لتحسينها، على الرغم من استخدام البطاقات المصرفية وغيرها من أشكال الدفع الرقمي، لا تزال الأوراق النقدية مستخدمة على نطاق واسع في معظم المعاملات اليومية (Gour, Gajbhiye, Kumbhare, & Sharma, 2011)، تعد إمكانية الرؤية السليمة ضرورية للتمييز والتعرف على نوع فئات الأوراق النقدية أثناء المعاملات المالية، وتعتبر مهمة بسيطة بالنسبة للشخص العادي؛ لكنها مهمة صعبة للأشخاص الذين يعانون من الإعاقة البصرية، على الرغم من وجود رموز وعلامات منقوشة على معظم الأوراق المالية لتحديد نوع فئة العملة، فإن المهمة لا تزال صعبة وشاقة للغاية وتستغرق وقتًا طويلاً بالنسبة للمكفوفين وضعاف البصر (Ghodichor, 2022) .

وفقًا للمؤسسة الأمريكية للمكفوفين (AFB)، فإن إحدى الطرق التي يمكن لذوي الإعاقة البصرية من خلالها التعرف على العملة الورقية هي طي كل فئة بشكل مختلف، في حـــين أن طي العملات الورقية تبدو وكأنها فكرة جيدة، إلا أن تصنيف وتنظيم الأوراق النقدية وتمييزها يتطلب مساعدة من الآخرين، على الرغم من وجود علامات لمسية وألوان متباينة وأرقام كبيرة الحجم لتحديد نوع العملة الورقيه لمساعدة الأشخاص المعاقين بصريًا، فإن هذه الأساليب أثبتت عدم فاعليتها؛ لأنها فشلت في مساعدتهم على التمييز بين الأوراق النقدية المختلفة **(AFB. The American Foundation for the Blind, 2023) .**

يُعرف تحديد العملة والتعرف عليها وتمييزها عمومًا باسم نوع فئة الأوراق النقدية لبلد ما، والتي تعني تصنيف العملة الورقية، هناك بعض تطبيقات الهواتف الذكية المتاحة للتعرف على العملات الوطنية لبلدان مختلفة، ومع ذلك – على حد علمنا حتى الآن – لا يوجد تطبيق أو واجهة للتعرف على العملة الليبية، علاوة على ذلك فإن أداء هذه التطبيقات السابقة ليس مرضيًا تمامًا إذا أخذنا في الاعتبار تأثير بيئة الإضاءة والخلفية غير المتجانسة.

تعتبر عملية تبادل الأوراق النقدية من أهم جوانب الحياة اليومية، أصبح من الصعب اكتشاف الأوراق النقدية المزيفة أو تحديد قيمة الأوراق المالية المختلفة عندما تكون متضررة وغير واضحة أو تالفة أو قديمة (Burton-Johnson & Wyniawskyj, 2020)؛ لذلك فإن هذه السيناريوهات والظروف تتطلب وتستلزم وجود أشخاص مؤهلين يتمتعون بـــبـــصر جيد، مما قد يعرض ضعاف البصر أو المكفوفين لخطر الاحتيال أو الـــنصب في مثل هذه المواقـــف، بالتالي أصبحت أهمية إنشاء وتطوير الأنظمة والتطبيقات التي يمكنها التعرف على الأوراق النقدية وتمييزها أمرًا ضروريًا وملحًا لمساعدة المعاقين بصريًا في التغلب على مثل هذه المشاكل والمواقف، بالإضافة إلى ذلك هناك حاجة ملحة للغاية لإنشاء تطبيق للتصنيف التلقائي للأوراق النقدية الليبية والتعرف عليها، نظرًا لأهميته الكبيرة في العديد من عمليات تبادل الأوراق المالية، على سبيل المثال في البنوك ومختلف مجالات التجارة ... إلخ .

التصنيف والتعرف على الأوراق النقدية هو مجال من مجالات معالجة الصور (IMPRO) المستخدم للتمييز بين الأوراق المالية للبلدان المختلفة وتحديد قيمتها، يعد الحد من التـــزيـــيـــف والقضاء عليه إحدى المشكلات التي يطرحها مجال معالجة الصور (IMPRO) لتصنيف وتحديد الأوراق النقدية، تتبع معظم تقنيات وطرق التعرف على الأوراق النقدية الخطوات الأساسية التالية: أولاً: يتم الحصول على صور الأوراق النقدية، بعد ذلك يتم إجراء معالجة مسبقة لأقسام الصور المناسبة

واستخراج الميزات لاستخلاص معلومات مفيدة من صور الأوراق النقدية التي تم اقتصاصها، أخيرًا: يتم إجراء التصنيف باستخدام الميزات المستخرجة للتعرف على اتجاه ونوع فئة الأوراق النقدية، ثم يتم تصنيف الأوراق النقدية وتحديدها إلى فئات مختلفة ومميزة (Chowdhury, Jana, & Parekh, 2020)، (Ghodichor, 2022).

في البدايـــة، تبدأ الورقة بمقدمة بينما يتم تنظيم بقية هـــــذه الورقة البحثيه على النحو التالي: يستعرض القسم 2 وصف المنهجية المستخدمة في هذه الدراسة ، متبوعًا بالقسم 3 الذي يعرض جزءًا من مـــواصـــفات وميزات الفئات الخمس للعملة اللـــيبية المتداولة وتصميم إطار عمل لها، يغطي القسم الرابع طريقة عمل بنية الـــنـــظام للتطبيق المقترح، بالإضافة إلى هيكل الخوارزمية المطبقة لتصنيف العملة، وكذلك يتناول إنشاء وإعداد مجموعات البيانات الأولية لصور الأوراق النقدية الليبية، بعد ذلك في القسم 5 يتم تقديم الجزء المتعلق بتحليل المتطلبات لتطبيقـــنا، بالإضافة إلى عملية التصميم والتنفيذ، يعرض القسم 6 الاختبارات والمناقشات، بالإضافة إلى النتائج التجريبية التي تم الحصول عليها بعد تنفيذ وإجراء عملية التصنيف والمعالجة لصور الأوراق النقدية، تم استخدام طريقتين مختلفتين لتقييم التطبيق المقترح، وهما مـــوضحتين في القسم 7، أخيرًا: الاستنتاجات مبينة في القسم 8 .

1.2. هدف الدراسة :

تهدف هذه الدراسة، إلى تصميم وتطوير تـــطبيق للهاتف المحمول يساعد في حل مشكلة التعرف والتمييز بين الأوراق المالية الليبية المتداولة ، وذلك بسبب المعاناة الكبيرة والصعوبة التي يواجهها المكفوفون وضعاف البصر في ليبيا، أثـــنـــاء تعاملاتهم اليومية والتجارية لتمييز العملات الورقية، بالإضافة إلى ذلك يمكن استخدام أنموذجنا للتطبيق المقترح والاستعانة به من قبل البنوك ومصرف ليبيا المركزي لتصنيف وتمييز العملة الليبية بطريقة تلقائية.

2. منهجية الدراسة:

في هذه الدراسة، استخدمنا نهجًا قائمًا على التعلم العميق (DL) يجمع بين أساليب الـــــــــ "MobileNet" (Harjoseputro, 2020) وبيئة لغة "Matlab" لمعالجة الصور (IMPRO)، بحيث يمكن للأنموذج المقترح التصنيف والتعرف على الأوراق النقدية الليبية المختلفة وتمييزها بدقة عالية وموثوقية في بيئة غير مـــقـــيدة، لتحقيق هذا الهدف أنشأنا أولاً: مجموعة بيانات جديدة للعملة الليبية تتكون من أكثر من 2500 صورة (طرق إضاءة مختـــلفة)، بعد ذلك: قمنا باختبار وتقييم مدى جودة أداء أنموذجنا للمُصنّـــــف المقترح من خلال تنفيذ نظام التصنيف والتعرف على العملة الليبية عن طريق مقارنة التشابه بين كل قالب من قوالب قيمة الأوراق النقدية المعتمدة باستخدام خطوات معالجة الصور (IMPRO)، بناءً على ذلك للتأكد من كفاءة وفعالية الأنموذج للمُصنّـــــف المقترح، قمنا أيضًا بتصميم وتطوير تطبيق للهاتف المحمول يساعد مجتمع المكفوفين وضعاف البصر في سيناريو عملي (إجراء التقييم على عدد من الأشخاص المعاقين بصريًا) .

لقد أجرينا دراسة جدوى لتطبيقنا المقترح، في مجتمع المعاقين بصريًا في ليبيا، وقمنا بتقييم أداء تطبيقنا في بيئة واقعية باستخدام طريقتين مختلفتين: (النهج الأول: نقوم بالتقييم مع المختبرين العاديين للعثور على أي قيود في تطبيقنا، النهج الثاني: نقوم بتوزيع تطبيقنا على عدد من المستخدمين من ذوي الإعاقة البصرية والحصول على ردود أفعالهم وملاحظاتهم)، النتائج التجريبية التي تشمل المكفوفين وضعاف البصر في بيئة عملية حقيقية، تؤكد الكفاءة والفعالية العالية لأنموذج التطبيق المقترح .

3. تصميم ومواصفات العملة الليبية:

على الرغم من حقيقة وجود عدد من الأبحاث تعمل على تحديد العملات لدول مختلفة فإنه لا يوجد الكثير من العمل المنجز لتصنيف وتحديد وتمييز العملة الليبية، تـــتـــمـثـــل فائدة هذا العمل في تصميم وتطوير إطار عمل لخمسة أنواع من فئات العملة الليبية المتعارف عليها حاليًا والمتداولة في الحياة اليومية (1 د.ل ، 5 د.ل ، 10 د.ل ، 20 د.ل ، 50 د.ل) . يوضح الجدول أدناه "Table 1" الأنواع الخمسة للأوراق النقدية الليبية المستخدمة في هذا العمل .

Table 1 – Libyan Currencies Specifications.

Currency Value	Obverse	Reverse
1 LYD		
5 LYD		
10 LYD		
20 LYD		
50 LYD		

3.1. سمات / ميزات العـــملة الليبية :

وفقًا لمصرف ليبيا المركزي ، هناك ســـمات أو ميزات عديدة في العملة الليبية، علي سبيل المثال: يـــقـــدم "Figure 1" لمحة عامة عن ســـمات أو ميزات الحماية في فئة العملة 20 دينارًا، الســـمات أو الميزات التي يمكننا استخدامها هي قراءة النص (اسم العملة (4) و(1))، والأرقام التسلسلية (3) التي تنفرد بها كل فئة من فئات الأوراق النقدية الليبية، بالإضافة إلى الـــرموز والعلامات المميزة (2) لمن يعانون من إعاقة بصرية .

Figure 1: Security Features 20 Dinar.

3.2. أبعاد العملة اللـــيبية من حيث الارتـــفاع والـــعـــرض:

تحتوي الأوراق النقدية اللـــيبية الصادرة عن مصرف ليبيا المركزي على عرض وارتـــفاع محدد لكل نوع من أنواع الفئات الخمسة، ويتم استخدام قيم معادلة الحساب القطري (R) كقيمة معلمة لتحديد الارتـــفاع والـــعـــرض على وجه التحديد (انظر لصيغة المعادلة (1) أدناه) .

$$R = \sqrt{w^2 + h^2} \qquad \dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

حيث (R): هي قيمة الحساب القطري للعملة ، (w): هي حجم عرض العملة ، و(h): هي مقدار ارتفاع العملة.

3.3. المعالجة المسبقة لألـــوان صـــورة العـــملة :

يحتوي كل بكسل "pixel" في أي صورة رقمية على ثلاثة مكونات: (أحمر "Red" ، أخضر "Green" ، وأزرق "Blue") تُعرف مجتمعة باسم قيمة "RGB" ؛ حيث يشير "RGB" إلى نظام يمثل الألوان المستخدمة في معالجة الصور الرقمية؛ لذلك عند معالجة ألوان الصور الرقمية للعـــملة، يمكننا حساب المتوسط الحسابي "Mean" لقيم الألوان الثلاثة "RGB" وفقًا لصيغ المعادلات الموضحة أدناه، والتي تعطي وتنتج قيمًا قريبة جدًا ومشابهة لـــــــــ قيم كل صورة من صور الأوراق المالية الليبية المتداولة والمعتمدة، نتيجة لذلك ستعطي عمليات المعالجة المسبقة لألـــوان صـــورة العـــملة نتائج دقيقة وعادلة لتباين الألوان ووضوح الأوراق النقدية التي تم التقاطها، علي سبيل المثال: تميل ألوان بعض الفئات من العملة – بسبب كثرة التداول والاستخدام المفرط – إلى التداخل مع بعضها البعض أو عدم الوضوح ؛ لهذا الغرض يتم استخدام وتوظيف قيم "RGB" لتمييز وتحديد نوع فئه العملة وقيمتها .

$$Mean(Red) = \frac{\sum Values\ of\ red\ color\ of\ pixels}{total\ number\ of\ the\ pixels\ of\ image} \qquad \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

$$Mean(Green) = \frac{\sum Values\ of\ Green\ color\ of\ pixels}{total\ number\ of\ the\ pixels\ of\ image} \qquad \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

$$Mean(Blue) = \frac{\sum Values\ of\ Blue\ color\ of\ pixels}{total\ number\ of\ the\ pixels\ of\ image} \qquad \dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

3.4. الـــرموز والعلامات على العملة الليبية لـــذوي الإعـــاقـــة البـــصريـــة :

الـــرموز والعلامات (دوائر التعرف ◎ لمن يعانون من إعاقة بصرية) التي تظهر على العملات الليبية الموضحة أدناه في "Figure 2" ، لن تعطي دائمًا نتائج دقيقة لقيمة الأوراق المالية بسبب استخدام العملة بشكل مستمر على نطاق واسع وتداولها الكثيف؛ مما قد يؤدي إلى تلف الـــرموز والعلامات (دوائر التعرف ◎) أو تشوهها أو تضررها أو عدم وضوحها؛ لذلك من الضروري استخدام طرق وتقنيات إضافية لتحديد قيمة الأوراق النقدية الليبية للمكفوفين وضعاف البصر، أحد الحلول للمشكلة المذكورة أعلاه التي تم تحديدها هو تصميم وتطوير تـــطبيق لمعالجة الصور (IMPRO) الرقمية للعـــملة، الغرض من استخدام أساليب وخطوات معالجة الصور (IMPRO) هو استخراج ميزات ومـــواصـــفات العـــملة وتصنيفها بوضوح ودقة ، لمساعدة ذوي الإعاقة البصرية على التعرف والتمييز بين الأوراق المالية الليبية المتداولة بطريقة آلية ودقـــيـــقـــة .

Figure 2: Blind Recognition Circles.

4. بنية النظام المقترح لتصنيف العملة:

في هذا القسم ، نقدم نظرة عامة على أساسيات بنية النظام لتصنيف العملة، نظرًا لعدم وجود مجموعة بيانات "dataset" لصور الأوراق النقدية الليبية متاحة حاليًا للجمهور، قمنا بإنشاء مجموعة بيانات أولية جديدة للعملة الليبية تحتوي على أكثر من 2500 صورة بأساليب وأنماط إضاءة مختلفة، يوجد حاليًا خمسة أنواع لفئات مختلفة من العملة الورقية الليبية (1 ، 5 ، 10، 20 & 50 دينار ليبي)؛ حيث تحتوي مجموعة بياناتنا "dataset" على عدد متساوٍ من صور الأوراق النقدية (الجديدة، المتوسطة، والقديمة) لكل فئة بخلفية وظروف إضاءة مختلفة .

هناك جزأين متميزين في معمارية بنية الأنموذج المقترح؛ الجزء الأول هو عملية الاستخراج التلقائي لخصائص العملة وميزاتها، والجزء الآخر مهمته تصنيف الأوراق النقدية، يمثل "Figure 3" أنموذج التصنيف المقترح للتدريب والاختبار المستخدم في هذا البحث (نظرة عامة عالية المستوى على الهندسة المعمارية لبنية أنموذجنا)، تم تقييم الأنموذج المقترح من خلال مجموعة بيانات متوازنة ومُصنّفة (2500 صورة مختلفة) ، والتي تم استخدامها لإجراء المقارنات والتجارب (التدريب والاختبار) لتصنيف الأوراق المالية الليبية المتداولة والمعتمدة .

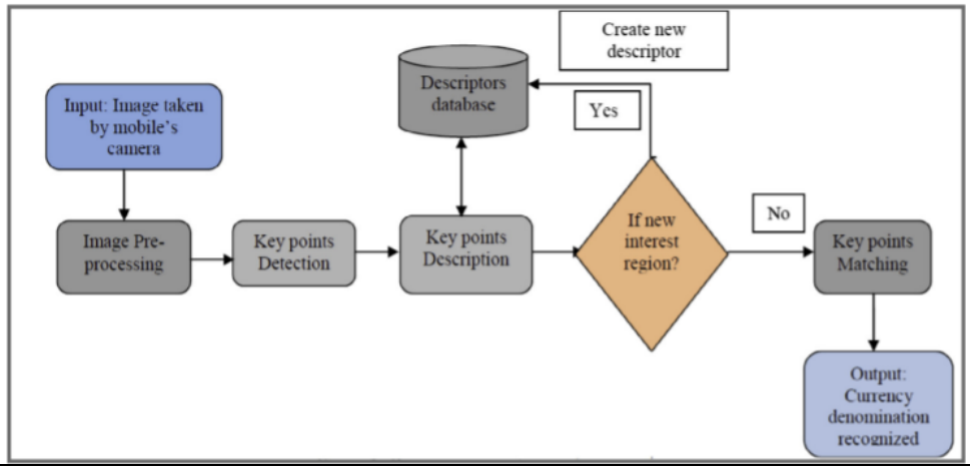

Figure 3: Overview of our model architecture.

يتم استخدام نهج حديث للتعلم العميق (DL) من خلال "MobileNet" وبيئة "Matlab"، لمعالجة الصور (IMPRO) وتصنيف الأوراق النقدية، لاستخراج الميزات الكافية والمميزة بنجاح وكفاءة، يتكون جزء التصنيف من طبقات كثيفة متصلة بالكامل مع بعضها البعض ، مما يعطي نتائج دقيقة لكل فئة من فئات الأوراق النقدية .

تقبل بنية "MobileNet" صورة الإدخال بحجم 224 × 224 بكسل "pixels" ، كما نطبق أيضًا تقنيات تحسين وتعزيز متنوعة على الصورة المدخلة مثل: (الدوران ، التكبير ،التصغير ، والقص)، في عملية التدريب لأنموذجنا المقترح، نستخدم أسلوب الضبط الدقيق لمعالجة صورة العملة؛ لأنه أفضل إستراتيجية تدريب ملائمة لمجموعات البيانات صغيرة

الحجم، في هذا النهج نقوم بتهيئة أنموذجنا باستخدام الأوزان المُدرّبة مسبقًا، والمُعدّة من صور الأوراق المالية الليبية المعتمدة لضبط الأنموذج بأكمله .

في هذا المشروع البحثي، يعمل النظام المقترح على صورة العملة الورقية التي تم التقاطها بواسطة كاميرا الهاتف المحمول، الخوارزمية المطبقة في هذه الدراسة على النحو التالي:

1. يتم التقاط صورة للأوراق النقدية من خلال كاميرا الهاتف.
2. الصورة الرقمية التي تم الحصول عليها هي صورة "RGB" ويتم تحويلها إلى صورة ذات تدرج رمادي.
3. الكشف عن حواف صورة العملة بمقياس رمادي كامل.
4. يتم تحديد ميزات / سمات خصائص العملة الورقية عن طريق تقسيمها واقـــتـــصاصها.
5. بعد التقسيم، يتم استخراج خصائص الأوراق النقدية.
6. يتم حساب درجة سطوع أو وضوح كل مـــيـــزة / خاصية.
7. إذا تم استـــيـــفاء الشروط ، فسيتم التعرف على فئة العملة النقدية.

في هذا النظام، يتم استخدام ميزات وخصائص الأوراق المالية الليبية المتداولة والمعتمدة التي يستخدمها عامة الناس؛ للتفريق والتمييز بين الفئات الخمسة المختلفة للأوراق النقدية التي تمت تغطيتها ومناقشتها في القسم 3 ، يـــصـــف "Figure 4" الوارد أدناه مخططًا انسيابيًا لسير العمل في إجراء عملية البحث لنظام تـــصنـــيف العملة والتعرف عليها .

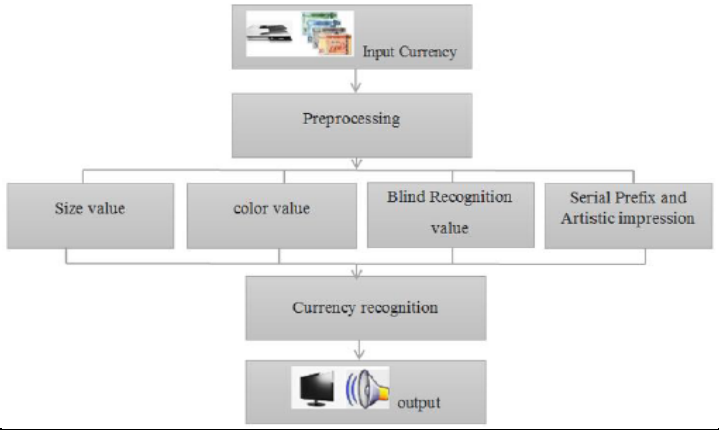

Figure 4: Flowchart of the proposed system for currency recognition.

4.1. إلتقاط / الحصول على الصورة:

دائمًا ما تكون الخطوة الأولى في مرحلة سير عمل معالجة الصور هي التقاط الصورة أو الحصول عليها؛ لأنه بدون صورة ، لا يمكن إجراء أي معالجة ممكنة، بعد التقاط الصورة والحصول عليها بمساعدة كاميرا الهاتف المحمول، يمكن تطبيق أساليب وتقنيات معالجة متنوعة على الصورة لأداء العديد من المهام، يجب أن تحتفظ الصورة التي تم الـــتـــقـــاطـــها ببعض سمات أو خصائص العملة الورقية، علي سبيل المثال ، يُظهر "Figure 5" صورة ملتقطة لورقة نقدية ليبية من فئة الخمسين ديناراً.

Figure 5: An example of an Input image.

4.2. المعالجة المسبقة لصورة العملة:

بمثابة الواجهة الأمامية لنظام التعرف على العملة؛ حيث يتم تحويل بيانات الصورة الأولية أو الخام إلى التنسيق المناسب، أثناء المعالجة المسبقة للصورة، يجب اتباع خطوات العمليات التالية: (تحويل الصورة إلى مقياس تدرج رمادي، الترميز الثنائي للصورة، وتصفية الصورة من الضوضاء أو التشويش)، بعد عملية المعالجة ، يتم: (تحديد واكتشاف حواف صورة العملة، تقسيم أو تقطيع الصورة، واستخراج مناطق الميزة أو السمات المتوفرة في الصورة الملتقطة للعملة).

4.2.1. تحويل الصورة لمقياس تدرج رمادي "Gray scale Conversion" :

عادةً ما تكون الصور التي يتم التقاطها بكاميرا الهاتف المحمول صوراً ملونة بتنسيق "24- bit"؛ لذلك يتم أولاً تحويل الصورة إلى تدرج رمادي، كما هو موضح في "Figure 6"؛ لكي تتم معالجتها والتعامل معها في العمليات اللاحقة بشكل أسهل وأسرع وأكثر كفاءة .

Figure 6: Gray Scale Image.

4.2.2. الترميز الثنائي للصورة "Binarization" :

تتم معالجة الصورة ذات التدرج الرمادي إلى صورة ثنائية الترميز، كما يظهر في "Figure 7"، مما يقلل ويوفر مساحة التخزين ويسرع المعالجة، في هذه العملية يتم استخدام وتطبيق طريقة أوتسو " (Otsu, 1979)؛ تكتشف طريقة أوتسو "Otsu" مستوى حدود الصورة (بداية الصورة ونهايتها)، ثم تحسب الحد الذي يقلل من التباين ضمن فئات البكسل "pixels" في الصورة (أي الأسود والأبيض)، يتم تعيين قيمة لكل بكسل أسود "black pixel" إلى 0، ويتم تعيين قيمة لكل بكسل أبيض "white pixel" إلى 1.

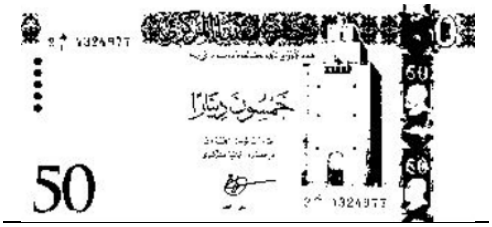

Figure 7: Binary Image.

4.2.3. تصفية الضوضاء من الصورة "Noise Filtering" :

يمكن أن تظهر مجموعة متنوعة من الضوضاء أو التشويش في الصور الرقمية أثناء الالتقاط أو الإرسال، بسبب الظروف البيئية أو جودة المستشعرات في كاميرا الهاتف المحمول، قد تؤثر الضوضاء أو التشويش على تقسيم أو تجزئة صورة العملة،

ومطابقة الأنماط والســـمات؛ لذلك نستخدم فلترًا غير خطي "non-linear filter" يُعرف باسم الفلتر المتوسط "median filter"، لتصفية وإزالة التـــشويش والضوضاء في الصورة، نستخدم أيضًا فلترًا آخر لإحصائيات الطلب "order-statistics filter"؛ لأن عمله يعتمد على ترتيب وتصنيف وحدات البكسل "pixels" الموجودة داخل الصورة، ويحافظ على الحواف مع التخلص من الضوضاء والتشويش غير المرغوب فيه.

4.3. الكشف عن حواف الصورة "Edge Detection":

بسبب التداول وكثرة الاستخدام، عادة ما تكون حواف الأوراق النقدية عرضة للاهتراء والتلف ويمكن أن تتمزق عندما تصبح قديمة؛ لذلك للتغلب على مشكلة التعرف على الأوراق النقدية القديمة جدًا (غير الواضحة)، نحتاج إلى تطبيق خطوة معالجة مسبقة مناسبة، يـــعد اكتشاف الحواف أداة أساسية في معالجة الصور (IMPRO)، لا سيما في مجالات اكتشاف واستخراج الميزات أو الســـمات، والتي تهدف إلى التعرف على نقاط وأنماط الصورة الرقمية، يـــوضـــح " Figure 8" كـــيـــف يعكس اكتشاف الحواف الاختلافات الحادة والتغيرات في كثافة ألوان الصورة، هناك العديد من الطرق للقيام باكتشاف الحواف، وتعد طريقة "Gradient and Laplacian" (Mlsna & et-al, 2009) هي الأكثر شيوعًا واستخدامًا، نظرًا لوجود العديد من الأبعاد والأشكال لفئات لأوراق النقدية البنكية ؛ لذلك فإن استخدام تقنيات الكشف عن الحواف سيكون مفيدًا ومساعدًا في نجاح البحث والتصنيف من حيث الـــدقـــة .

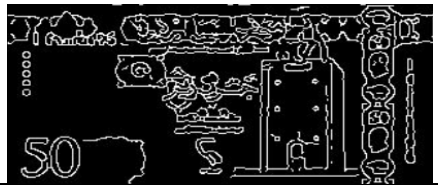

Figure 8: Edge Detection Image.

4.4. تقسيم / تجزئة صورة العملة "Image Segmentation" :

تجزئة الصورة ، كما هو موضح أدناه كمثال في "Figure 9" ، هي عملية تقسيم الصورة الرقمية إلى مقاطع أو أجزاء متعددة (مجموعات من البكسل ، تُعرف أيضًا باسم وحدات البكسل "super pixels")، الهدف من التقسيم هو تبسيط تمثيل الصورة، وتحويلها إلى أجزاء أكثر أهمية وأسهل في التحليل.

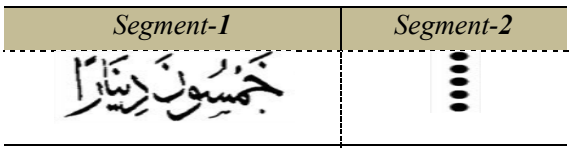

Figure 9: Example of a Segmentation Image.

4.5. استخراج المـــيزة من الصورة "Feature Extraction" :

استخراج المـــيزة أو الســـمات هو شكل من أشكال إزالة التَّـــعـــقيد وتـــقلـــيل الأبعاد، عـــندما تكون بيانات الإدخال إلى الخوارزمية كبيرة جدًا بحيث لا يمكن معالجتها ، ويُشتبه في أنها زائدة عن الحاجة، فسيتم تحويل بيانات الإدخال إلى مجموعة تـــمثـــيل مصغرة من الميزات، يُطلق على عملية تحويل بيانات الإدخال إلى مجموعة الميزات باسم استخراج المـــيزة، إذا تم اختيار الميزات المستخرجة بعناية، فمن المتوقع أن تستخرج مجموعة الميزات المعلومات ذات الصلة من بيانات

الإدخال من أجل أداء وتنفيذ المهمة المطلوبة باستخدام هذا التمثيل المصغر بدلاً من إدخال الحجم الكامل (Ghodichor, 2022) .

5. خطوات تصميم التطبيق المقترح:

في هذا القسم، نغطي الجزء المتعلق بتحليل المتطلبات في تطبيقنا؛ ونقدم أيضًا تصميم التطبيق وعملية التنفيذ .

5.1. تحليل متطلبات التطبيق:

من أجل إجراء دراسة جدوى وتحليل المتطلبات لتطبيقنا المطلوب، قمنا بزيارة الجمعية الليبية لذوي الإعاقة البصرية، وهي منظمة مستقلة تخدم وتكرس جهودها لمصلحة مجتمع المعاقين بصريًا (المكفوفين وضعاف البصر)، لقد أجرينا مقابلة دقيقة وشاملة وعميقة وجهًا لوجه مع 5 رجال وسيدتين من مجتمع المكفوفين وضعاف البصر (أعضاء في الجمعية الليبية للأشخاص ذوي الإعاقة البصرية)، أثناء المقابلة ركزنا على كيفية استخدام الأشخاص ذوي الإعاقة البصرية للتكنولوجيا وتحديد المتطلبات الخاصة لتطبيقنا.

نظرًا لأن التقاط الصورة مهمة صعبة لذوي الإعاقة البصرية، فإنهم يفضلون تطبيقًا يعتمد على وضع الفيديو لالتقاط صورة للعملة؛ حيث يتيح للتطبيق بتحديد قيمة الأوراق النقدية من خلال تدفق بيانات الصورة من كاميرا الهاتف المحمول، عادةً ما يستخدم المكفوفون وضعاف البصر أي تطبيق ويتنقلون فيه باستخدام تطبيق "TalkBack" ، وهو عبارة عن قارئ تلقائي للشاشة مدمج في أجهزة الهواتف المحمول يمنح تحكمًا سهلاً للمكفوفين وضعاف البصر؛ لذلك نحتاج إلى تسمية جميع خيارات الإعداد / التكوين في تطبيقنا بحيث يمكن لـ "TalkBack" أو ميزات إمكانية الوصول المدمجة العمل مع تطبيقنا بشكل صحيح، بالنسبة للمكفوفين ، فإن التنقل بين خيارات الإعدادات المتداخلة يمثل تحديًا إلى حد ما للتصفح ؛ نتيجة لذلك يجب أن يكون الوصول إلى أي وظيفة من وظائف التطبيق متاحًا بأقل عدد ممكن من النقرات، وبالتالي يجب علينا تنفيذ واستخدام عمق واحد لجميع خيارات الإعداد / التكوين، بالإضافة إلى ذلك يجب أن يوفر التطبيق أيضًا إخطارًا / إشعارًا تلقائيًا بنتيجة التعرف علي صورة العملة بصوت عالٍ وواضح عند التحقق من نتيجة تمييز وتصنيف قيمة الورقة النقدية الليبية المعتمدة .

نظرًا لأننا بحاجة إلى تصميم وتطوير تطبيق خفيف الوزن ومناسب للأجهزة المحمولة، للتعرف على العملة الليبية المتداولة بشكل أسرع ضمن حجم التطبيق القياسي، فإننا نستخدم نهج التعلم العميق (DL) من خلال "MobileNet" وبيئة "Matlab"، لمعالجة وتصنيف صور الأوراق النقدية، علاوة على ذلك، عند استخدام التطبيق يجب علينا التأكد من أن التعرف على الأوراق النقدية الليبية لا يتطلب اتصالاً بالإنترنت.

5.2. تصميم التطبيق وتنفيذه:

للتحقق والتأكد من فاعلية وكفاءة خوارزمية الأنموذج المقترح لتصنيف العملة، قمنا بتصميم وتطوير تطبيق كواجهة للنظام لتمييز الأوراق النقدية الليبية والتعرف عليها في الوقت الفعلي مباشرةً؛ بحيث يكون كل ما يحتاجه المستخدمون (من ذوي الإعاقة البصرية) هو فتح التطبيق فقط ثم وضعه أمام العملة الورقية لمنحهم نتيجة التعرف عليها، بالنظر إلى أن الهواتف المحمولة تشتمل على إمكانية الوصول المدمجة والتقنيات المساعدة للمعاقين بصريًا، مثل تطبيق "TalkBack" الذي تمت مناقشته في القسم السابق 5.1 ، يمكن للأشخاص المكفوفين وضعاف البصر

استخدام الهاتف المحمول وتصفح تطبيقاته والتـــنقـــل بينها بشكل مريح وسهل، يتعرف تطبيقنا على النقود عندما يتم تـــنـــشيط كاميرا الهاتف في وضع الفيديو دون الحاجة إلى الاتصال بالإنترنت، يقوم التطبيق بتجميع إطار الصورة من الفيديو لتحديد وتـــمـــيـــيز العملة المقابلة، بعد التحقق من صحة / شرعية الورقة النقدية والتعرف عليها، يقوم التطبيق بإعلام المستخدم أو إخطاره بصوت واضح باللغتين العربية والإنجليزية.

يعرض "Figure 10" أدناه مثالاً، عن كيفية استخدام التطبيق المقترح (في الشكل الأيسر، يقوم المستخدم بفتح التطبيق ويضع العملة أمام الكاميرا ؛ وفي الشكل الأيمن، بعد التأكد من دقة التصنيف الصحيح والمعتمد للعملة الليبية المعروضة وتمييزها، يتم عرض قيمة العملة والمعلومات المتعلقة بها مصحوبة بإخراج صوتي واضح) .

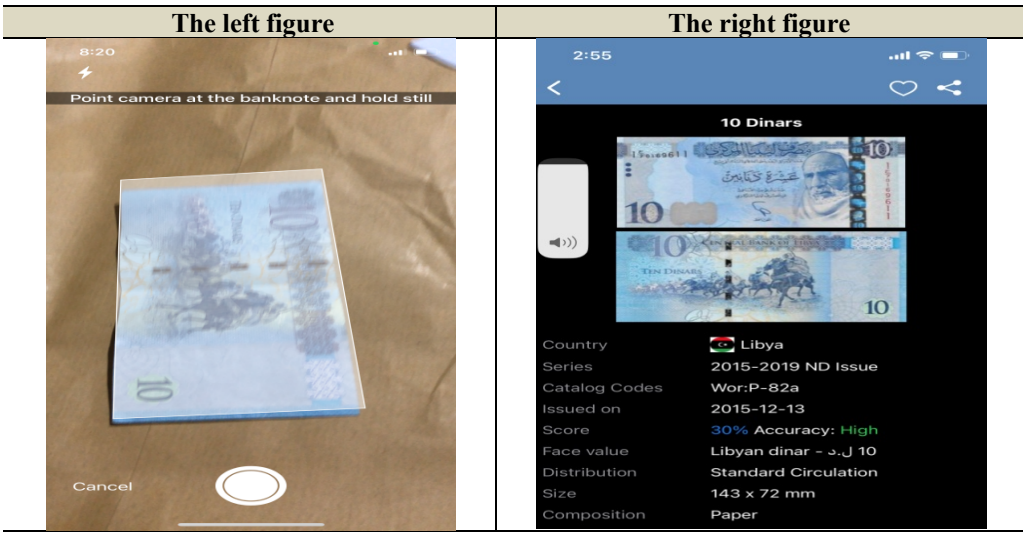

Figure 10: An example, as sample, of how to use the proposed application.

6. الاختبارات، النتائج، والمناقشات:

في هذا القسم يتم الحصول على النتائج بعد تنفيذ وإجراء عملية تـــصنـــيف ومعالجة لصور (IMPRO) الأوراق النقدية. باستخدام مجموعة بياناتنا الأولية المتوازنة "dataset" من النقد الليبي، نقوم بتحليل وتقييم أداء تصميمنا لخوارزمية التطبيق المقترح، نقسم مجموعة البيانات "dataset" إلى مجموعتين فرعيتين: استخدمنا 70٪ من البيانات (1750 صورة) للتدريب، بينما 30٪ (750 صورة) للاختبار والتحقق من الصحة؛ في كل مجموعة فرعية يوجد عدد متساوٍ من الصور لكل فئة.

في هذا المشروع البحثي، فيما يتعلق بخوارزمية التطبيق لتصنيف العملة، تم استعمال طريقة شائعة لتقييم فعالية المصنف ، وهي استخدام إطار عمل التعلم العميق " Tensorflow and Keras" (Ghayoumi, 2021) كخلفية لتنفيذ جميع إجراءات التدريب والضبط والاختبار، وأيضًا من أجـــل تحسين نسب التدرج العشوائي لتدريب نماذج التعلم العميق (DL) للخوارزمية، نستخدم مُحسِّن " Adam Optimizer" (Kumar & et-al, 2022)؛ لأنه أحد أكثر تقنيات التحسين فعالية، إلى جانب ذلك، نقوم بتدريب أنـــموذجنا عن طريق استخدام "MobileNet" كمستخرج للميـــزات، تم تنفيذ خوارزمية التطبيق لتصنيف العملة باستخدام بيئة لغة "Matlab"، بالإضافة إلى استخدام منهجية التعلم الخاضعة للإشراف، أثبتت الاختبارات التجريبية أن خوارزمية التطبيق المقـــترح كانت فعالة في تمييز وتصنيف الأوراق المالية الليبية المتداولة

باستخدام عملية معالجة الصور؛ حيث استغرقت وقتًا قصيرًا وأنتجت نسبة دقة عالية بلغت 99.92٪ في عمليات الاختبار والتحقق من الصحة.

تم قياس كفاءة نظام التطبيق المقترح من خلال مراعاة نتائج إحصائيات الدقة والموثوقية لعملية المعالجة للصورة الملتقطة للعملة، كما هو موضح في "Table 2"، يـعـرض "Table 2" نتائج التحقق من (درجة سطوع / وضوح الألوان "Color Value"، القدرة على تحديد ميزات العملة الورقية "Artistic Impression of the Features"، والقدرة على تحديد حجم وقيمة العملة "Size & Value Currency")، ويتم حساب نتائج النسبة المئوية الإجمالية "Overall Ratio" لكل فئة من الفئات الخـمـس المدرجة في الجدول أدناه .

Table 2 – Statistics for Accuracy and Reliability.

Currency Value	Color Value	Artistic Impression of the Features	Size & Value Currency	Overall Ratio
1 LYD	150/150	150/150	150/150	100%
5 LYD	149/150	150/150	150/150	99.87%
10 LYD	150/150	149/150	150/150	99.87%
20 LYD	150/150	150/150	150/150	100%
50 LYD	148/150	150/150	150/150	99.75%

أظهرت نـتـائـج هذه الدراسة، نجاح وفعالية وكفاءة استخدام عملية معالجة الصور (IMPRO) في تصنيف الفئات الخمسة للعملة الليبية (الجديدة والمتوسطة) والتعرف عليها بشكل آلي، وبدقة عالية وموثوقية في بيئة غير مـقـيدة، أما بالنسبة للأوراق النقدية القديمة، فإن كثرة تداولها والكتابة المتكررة عليها يؤدي إلى تشوهها وتغير في شكلها، كما أن حوافها تعاني من الإنحنائات والتمزق والتآكل، ومع ذلك فقد كان نظام التطبيق المقترح قادرًا على تصنيفها والتعرف عليها بنجاح، وفـقًا للنتائج الواردة في "Table 2"، حدد النظام بشكل صحيح قيمة وحجم العملة "Size & Value Currency" لـ 150 من أصل 150 ورقة نقدية لكل فئة؛ حيث يكون الحد الأقصى لمعدل النجاح 100٪ .

7. تـقـيـيـم التـطـبيق المقترح:

نقوم بتقييم تطبيقنا باستخدام طريقتين مختلفتين، الطريقة الأولى هي التقييم مع المختبرين العاديين (الأشخاص الذين لا يعانون من إعاقة بصرية) للعثور على أي قيود في الـتـطـبيق المـقـترح، في الخطوة التالية نقوم بتوزيع تطبيقنا ونشره بين عدد من المستخدمين المكفوفين وضعاف البصر للحصول على ملاحظاتهم وردود أفعالهم.

7.1. التـقـيـيم مع المختـبرين:

نجري اختبارًا أوليًا للتطبيق المقترح لاكتشاف أي عيوب أو أَخْطاء، قبل إصداره وإطلاقه بين المستخدمين الذين يعانون من إعاقة بصرية، يتم قياس أداء وفاعلية وكفاءة تطبيقنا من حيث التصنيف الصحيح لكل ورقة نقدية والتعرف عليها تلقائيًا، اخترنا عشوائيًا مجموعة من عشرة أفراد أصحاء غير معاقين بصريًا، نقدم لهم نسخة مبدئيه من التطبيق المقترح لتمييز وتصنيف الأوراق المالية الليبية المتداولة، نظرًا لأن الإضاءة تلعب دورًا مهمًا أثناء التقاط صورة العملة، فإنهم يختبرون التطبيق في سيناريوهات وظروف إضاءة مختلفة وخلفيات غير متجانسة، ويتم إجراء الاختبار أيضًا باستخدام كاميرات الهواتف المختلفة، يقدم "Table 3" ملخصًا لنتائج الاختبار للمختـبرين.

Table 3 – Testing summary for individual user.

Tester ID	Number of Test	Right	Wrong
1	50	49	1
2	50	50	0
3	50	50	0
4	50	48	2
5	50	50	0
6	50	50	0
7	50	50	0
8	50	49	1
9	50	50	0
10	50	50	0

يقوم المختبرين بالتحقق من التطبيق المقترح في سيناريوهات عملية ومواقف واقعية، وتحصلوا على نتائج عالية الدقة لتمييز وتصنيف العملة الليبية في معظم الحالات، الخطأ الوحيد الذي تم اكتشافه في تطبيقنا، هو عدم قدرته في تحديد الخلفية "backgrounds" التي لها نفس لون الأوراق النقدية؛ لأن مجموعة البيانات لدينا لا تتضمن هذا النوع من التشابه في الخلفية؛ لذلك أبلغ بعض المختبرين عن هذا الخطأ على أنه تصنيف خاطئ، إذا قمنا بزيادة كمية مجموعة بياناتنا "dataset" ، فيمكننا التغلب على هذا الخطأ.

7.2. التقييم مع ذوي الإعاقة البصرية:

قدمنا الإصدار الأول من التطبيق المقترح لتمييز وتصنيف العملة الليبية والتعرف عليها لجمعية ذوي الإعاقة البصرية في ليبيا. للتعريف بتطبيقنا ألقينا محاضرة وعرضًا توضيحيًا عامًا لهم حول التطبيق المقترح، بالإضافة إلى تدريبهم علي كيفية استخدامه للتعرف على العملة، كان أعضاء الجمعية الليبية لذوي الإعاقة البصرية حريصين ومتحمسين لمشاركة التطبيق في مجتمع المكفوفين وضعاف البصر؛ كما وافقوا أيضًا على تزويدنا وموافاتنا بآرائهم وملاحظاتهم وردود أفعالهم بشكل منتظم حول أداء وفعالية التطبيق.

بعد فترة الاختبار والتقييم للتطبيق المقترح من قبلهم، أجرينا مقابلات مع عدد 7 من المكفوفين وضعاف البصر (5 رجال وسيدتان) من أعضاء الجمعية الليبية للأشخاص ذوي الإعاقة البصرية، للتحقق من فائدة "Usefulness" التطبيق وقابليته للاستخدام "Simplicity" ودقته "Accuracy"، وفقًا للمقيمين من ذوي الإعاقة البصرية، أعطوا درجة تتراوح من 0 إلى 5 لكل معيار، يعرض "Table 4" ملخصًا لآراء المشاركين وردود أفعالهم على أداء التطبيق، من وجهة نظرهم أن التطبيق أتاح لهم ومكّنهم من قدرة تمييز الأوراق النقدية الليبية المعتمدة والتعرف عليها بشكل فوري وموثوق دون الحاجة إلى أي مساعدة أثناء التعاملات التجارية والمالية، علاوة على ذلك فإنهم يقدرون ويستمتعون بمدى بساطة وسهولة استخدام تطبيقنا، وهم راضون عن الدقة العالية لتصنيف العملة والتعرف عليها، بالإضافة إلى ذلك قمنا بإنشاء قناة اتصال مع الجمعية الليبية لذوي الإعاقة البصرية من أجل تلقي المزيد من التقييم المنتظم ، وكذلك للحصول علي التحديثات والتحسينات لتطبيقنا.

Table 4 – Feedback Summary from Participants.

Real User ID	Usefulness	Simplicity	Accuracy
1	5	4.5	5
2	5	5	5
3	5	5	5
4	5	5	5
5	5	4.5	5
6	5	5	5
7	5	5	5

8. الاستنتاجات :

في هذه الدراسة البحثية صممنا وطورنا تطبيقًا للهواتف المحمولة يساعد الأشخاص من ذوي الإعاقة البصرية على تمييز وتصنيف الأوراق المالية الليبية المتداولة؛ لهذا الغرض قمنا بإنشاء مجموعة بيانات جديدة ومتوازنة للعملة الليبية، وأيضًا استخدمنا أنموذجًا حديثًا قائمًا على التعلم العميق (DL) يسمى"MobileNet" وبمساعدة بيئة "Matlab" لتصنيف الأوراق النقدية، وحققنا دقة بنسبة 99.92٪ في عمليات الاختبار والتحقق؛ حيث تم تصنيف فئات العملة الليبية من خلال معالجة الصور (IMPRO)، وتتكون عملياتها من عدة خطوات مثل: (معالجة لون صورة العملة، تحديد الحواف، استخراج الرموز المميزة لخصائص العملة .. الخ)، يمكن لخوارزمية المعالجة لتطبيقنا استخراج الميزات حتى إذا كانت الأوراق النقدية قديمة وبها خربشات (مكتوب عليها)، لفئات الأنواع الخمسة من الأوراق النقدية الليبية (1 د.ل ، 5 د.ل ، 10 د.ل ، 20 د.ل ، 50 د.ل)، لا يقوم نظام التطبيق المقترح بتمييز وتحديد فئة الأوراق النقدية فحسب؛ بل يُخرج النتيجة أيضًا مرفقه بإخطار أو إشعار تلقائي بصوت عالٍ وواضح. لإثبات كفاءة أداء التطبيق المقترح في الهاتف المحمول، قمنا باختبار وتقييم تطبيقنا من خلال مجموعة من مجتمع المعاقين بصريًا، وحظي التطبيق بتقدير كبير وثناء ودعم منهم، من خلال عملنا هذا، سيتمكن المكفوفون وضعاف البصر من التعرف على الأنواع المختلفة للأوراق النقدية الليبية المعتمده والتمييز بينها، مما سيمكنهم من العيش بشكل مستقل أثناء إجراء المعاملات التجارية والنقدية.

References :

AFB. The American Foundation for the Blind. (2023, January 8). Retrieved from https://www.afb.org/about-afb: https://www.afb.org/

Burton-Johnson, A., & Wyniawskyj, N. S. (2020). Rock and snow differentiation from colour (RGB) images.

Chowdhury, U. R., Jana, S., & Parekh, R. (2020). Automated system for Indian banknote recognition using image processing and deep learning. *International Conference on Computer Science, Engineering and Applications (ICCSEA)* .

Ghayoumi, M. (2021). Tensorflow and Keras Fundamentals. *Deep Learning in Practice* , pp. 29-49.

Ghodichor, P. F. (2022). System for fake currency detection using image processing. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology , 10* (1), pp. 349-352.

Gonzalez, R. C., Woods, R. E., & Masters, B. R. (2009). Digital Image Processing, third edition. *Journal of Biomedical Optics , 14* (2), p. 029901.

Gour, M., Gajbhiye, K., Kumbhare, B., & Sharma, M. (2011). Paper currency recognition system using characteristics extraction and negatively correlated NN ensemble. *Advanced Materials Research , 403-408*, pp. 915-919.

Harjoseputro, Y. (2020). MobileNets: Efficient convolutional neural network for Mobile Vision Applications. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology , 10* (6), pp. 22-90.

Ibrahim Salem, F. G., Hassanpour, R., Ahmed, A. A., & Douma, A. (2021). Detection of suspicious activities of human from surveillance videos. *IEEE 1st International Maghreb Meeting of the Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering MI-STA* .

Kumar, G. P., & et-al. (2022). Image deconvolution using Deep Learning-based Adam Optimizer. *6th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology* .

Mlsna, P. A., & et-al. (2009). Gradient and laplacian edge detection. *The Essential Guide to Image Processing* , pp. 495-524.

National indicators for eye health services in Libya. (2022, November 22). Retrieved January 7, 2023, from International Agency for the Prevention of Blindness: https://www.iapb.org/learn/vision-atlas/magnitude-and-projections/countries/libya .

Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics , 9* (1), pp. 62-66.

World health Organization statistics. (2023, January 25). Retrieved from https://www.who.int/data/gho/publications/world-health-statistics: https://www.who.int/