African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 5, Issue 2, 2026
Page No: 462-478
Website: *https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index*
ISI 2025: 1.126 **SJIFactor 2024: 6.752** **معامل التأثير العربي: 1.62**

Smart Wearable System for the Blind: Audio Vision and Localization

Fathalla I. Solman [*1], Zead Hamad Abdulkarima [2], Mahmoud Mustafa Mahmoud [3], Mustafa Aweedhah Abdulmajid [4]
[1, 2] Department of Electrical and Electronic Engineering, College of Engineering Technology, El-Gubba, Libya
[3] Department of Computer Engineering, College of Engineering Technology, El-Gubba, Libya
[4] Financial Services Office, El-Gubba, Libya

نظام ذكي للمكفوفين قابل للارتداء: رؤية صوتية وتحديد موقع

فتح الله إبراهيم سيلمان [*1] ، زياد حمد عبدالكريم [2] ، محمود مصطفى محمود [3] ، مصطفى اعويضة عبد المجيد [4]
[2،1] قسم الهندسة الكهربائية والالكترونية كلية التقنيات الهندسية، القبة، ليبيا
[3] قسم هندسة الحاسوب، كلية التقنيات الهندسية، القبة، ليبيا
[4] مكتب الخدمات المالية، القبة، ليبيا

[*]Corresponding author: Fathall.i.adam1986@gmail.com

Received: April 17, 2026	Accepted: June 24, 2026	Published: June 29, 2026

Abstract

With the rapid advancement of artificial intelligence and embedded systems technologies, it has become possible to develop intelligent technological solutions that enhance the independence of visually impaired individuals and improve their ability to perceive the surrounding environment. This study aims to design and develop a wearable intelligent system to assist visually impaired users based on computer vision techniques. The system converts visual information into understandable audio notifications while also providing location tracking and emergency alert services.

The proposed system relies on the advanced NVIDIA Jetson Nano processing platform as the main processing unit to execute object detection algorithms and perform real-time image analysis. Images of the surrounding environment are captured using an OV7670 camera module, where computer vision algorithms analyze the scene and identify various objects such as people, obstacles, and common daily items. The detected objects are then converted into voice messages delivered to the user through earphones, enabling visually impaired individuals to understand their surroundings through immediate auditory descriptions of detected objects.

To manage control functions and integration between different system components, an Arduino Uno microcontroller is used to regulate communication among system modules and control various operational buttons. In addition, a NEO-6M GPS module is integrated to determine the user's geographic coordinates, while a SIM800L GSM module is used to send short text messages to predefined phone numbers.

The system also includes an emergency button that allows the user to send a text message containing their geographic location to family members or caregivers. The location can be directly opened through smartphone map applications, enabling rapid identification of the user's position. Furthermore, the system includes a power control button to turn the system on or off, which simplifies operation and helps reduce energy consumption.

Preliminary results demonstrate that the proposed system can successfully recognize several common objects in the surrounding environment and convert them into clear audio alerts. In addition, the system efficiently provides location tracking and emergency notification services, contributing to improved safety and independence for visually impaired individuals during navigation in both indoor and outdoor environments.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Keywords: Assistive Technology for the Visually Impaired, Computer Vision, Object Detection, Embedded Systems, GPS and Emergency Alert System.

الملخص

مع التطور المتسارع في تقنيات الذكاء الاصطناعي والأنظمة المضمنة، أصبح من الممكن تطوير حلول تقنية ذكية تسهم في تعزيز استقلالية المكفوفين وتحسين قدرتهم على إدراك البيئة المحيطة. تهدف هذه الدراسة إلى تصميم وتطوير نظام ذكي قابل للارتداء لمساعدة المكفوفين يعتمد على تقنيات الرؤية الحاسوبية، بحيث يقوم بتحويل المعلومات البصرية إلى إشعارات صوتية مفهومة، بالإضافة إلى توفير خدمات تحديد الموقع والتنبيه في حالات الطوارئ.

يعتمد النظام المقترح على منصة المعالجة المتقدمة NVIDIA Jetson Nano التي تعمل كوحدة معالجة رئيسية لتنفيذ خوارزميات التعرف على الأشياء وتحليل الصور في الزمن الحقيقي. يتم التقاط الصور من البيئة المحيطة باستخدام كاميرا OV7670 Camera Module، حيث تقوم خوارزميات الرؤية الحاسوبية بتحليل المشهد والتعرف على مجموعة من الأجسام المختلفة مثل الأشخاص والعوائق وبعض الأدوات اليومية. بعد ذلك يتم تحويل نتائج التعرف إلى رسائل صوتية تُرسل إلى المستخدم عبر سماعات الأذن، مما يسمح للشخص الكفيف بفهم البيئة المحيطة من خلال وصف صوتي فوري للأشياء المكتشفة.

ولإدارة وظائف التحكم والتكامل بين الوحدات المختلفة، تم استخدام المتحكم الدقيق Arduino Uno لتنظيم عمليات الاتصال بين مكونات النظام والتحكم في الأزرار المختلفة. كما تم دمج وحدة تحديد المواقع NEO-6M GPS Module لتحديد الإحداثيات الجغرافية لموقع المستخدم، إضافة إلى وحدة الاتصال الخلوي SIM800L GSM Module التي تتيح إرسال رسائل نصية قصيرة إلى أرقام محددة مسبقًا.

يتضمن النظام أيضًا زر طوارئ يمكن للمستخدم الضغط عليه لإرسال رسالة نصية تحتوي على موقعه الجغرافي إلى أفراد العائلة أو مقدمي الرعاية، بحيث يمكن فتح الموقع مباشرة عبر تطبيقات الخرائط على الهواتف الذكية لتحديد مكان المستخدم بسرعة. كما يحتوي النظام على زر لتشغيل وإيقاف النظام بهدف تسهيل الاستخدام وتقليل استهلاك الطاقة. أظهرت النتائج الأولية أن النظام المقترح قادر على التعرف على عدد من الأشياء الشائعة في البيئة المحيطة وتحويلها إلى تنبيهات صوتية واضحة، إضافة إلى توفير خدمة تحديد الموقع وإرسال التنبيهات الطارئة بكفاءة، مما يسهم في تعزيز مستوى الأمان والاستقلالية للأشخاص المكفوفين أثناء تنقلهم في البيئات المختلفة.

الكلمات المفتاحية : مساعدة المكفوفين ، الرؤية الحاسوبية ، التعرف على الأشياء، الأنظمة المضمنة، تحديد الموقع ونظام الطوارئ.

1- المقدمة (Introduction)

يُعد فقدان البصر من أكثر الإعاقات الحسية تأثيرًا على حياة الإنسان، إذ يحدّ بشكل كبير من قدرة الفرد على التنقل المستقل والتفاعل مع البيئة المحيطة. ويعتمد الأشخاص المكفوفون غالبًا على وسائل تقليدية مثل العصا البيضاء أو المساعدة البشرية للتغلب على العوائق أثناء الحركة والتنقل. وعلى الرغم من أن هذه الوسائل توفر حدًا معينًا من الأمان، إلا أنها لا تمكّن المستخدم من إدراك طبيعة الأشياء المحيطة به أو التعرف على تفاصيل البيئة المحيطة بصورة دقيقة. لذلك أصبح تطوير حلول تقنية ذكية لمساعدة المكفوفين من القضايا الإنسانية والعلمية المهمة التي تحظى باهتمام متزايد في مجالات الهندسة الإلكترونية والأنظمة المضمنة والذكاء الاصطناعي.

في السنوات الأخيرة، أدى التقدم الكبير في تقنيات الرؤية الحاسوبية والذكاء الاصطناعي إلى ظهور أنظمة قادرة على تحليل الصور والتعرف على الأشياء في الزمن الحقيقي[1]. وقد أتاح ذلك إمكانية تطوير أجهزة ذكية قادرة على تحويل المعلومات البصرية إلى معلومات صوتية يمكن للمكفوفين فهمها بسهولة. كما ساهمت التطورات في مجال الحوسبة المدمجة منخفضة التكلفة في توفير منصات معالجة قوية يمكن استخدامها في الأنظمة القابلة للارتداء، مثل الحاسوب المصغر NVIDIA Jetson Nanoالذي يتميز بقدرته على تشغيل تطبيقات الذكاء الاصطناعي ومعالجة الصور بكفاءة عالية[2]. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام متحكمات دقيقة صغيرة الحجم مثل Arduino Nano للتحكم في المكونات الإلكترونية المختلفة وإدارة عمليات الاتصال بين الوحدات داخل النظام.

وعلى الرغم من وجود العديد من الدراسات التي تناولت تطوير عصي ذكية أو أنظمة مساعدة للمكفوفين، إلا أن معظم هذه الأنظمة تركز على اكتشاف العوائق باستخدام حساسات المسافة فقط، دون توفير فهم حقيقي لطبيعة الأشياء الموجودة في البيئة المحيطة. كما أن بعض الأنظمة تعتمد على أجهزة باهظة التكلفة أو تفتقر إلى ميزات مهمة مثل تحديد الموقع الجغرافي أو إرسال تنبيهات الطوارئ إلى أفراد العائلة أو مقدمي الرعاية. إضافة إلى ذلك، فإن عددًا من الحلول المقترحة لا يوفر تكاملًا كاملاً بين تقنيات التعرف على الأشياء، والإرشاد الصوتي[3] وخدمات الاتصال وتحديد الموقع في نظام واحد متكامل وقابل للارتداء.

ومن هنا تبرز الفجوة البحثية التي يسعى هذا البحث إلى معالجتها، حيث يهدف إلى تصميم وتطوير نظام ذكي قابل للارتداء يجمع بين تقنيات الرؤية الحاسوبية والتفاعل الصوتي وخدمات تحديد الموقع والتنبيه الطارئ[4] ضمن منصة واحدة منخفضة التكلفة وسهلة الاستخدام. ويعتمد النظام المقترح على استخدام كاميرا رقمية لالتقاط صور البيئة المحيطة وتحليلها باستخدام

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

خوارزميات الذكاء الاصطناعي للتعرف على الأشياء، ومن ثم تحويل نتائج التحليل إلى رسائل صوتية يتم إيصالها للمستخدم عبر سماعات الأذن. كما يتضمن النظام وحدة تحديد مواقع عالمية لإرسال إحداثيات الموقع الجغرافي، إضافة إلى وحدة اتصال خلوية تتيح إرسال رسائل نصية في حالات الطوارئ عند الضغط على زر مخصص لذلك. وبذلك يسعى هذا البحث إلى تقديم نموذج عملي لنظام مساعد ذكي يمكن أن يسهم في تعزيز استقلالية المكفوفين، وتحسين مستوى الأمان أثناء تنقلهم، إضافة إلى فتح آفاق جديدة لتطوير تطبيقات إنسانية تعتمد على الذكاء الاصطناعي والأنظمة المضمنة في مجال مساعدة ذوي الإعاقة البصرية.

2- المشكلة البحثية(Research Problem)

يواجه الأشخاص المكفوفون صعوبات كبيرة في إدراك البيئة المحيطة بهم والتعرف على الأشياء والعوائق أثناء التنقل، مما قد يعرضهم لمخاطر متعددة ويحد من قدرتهم على الحركة بشكل مستقل. وعلى الرغم من توفر بعض الوسائل المساعدة التقليدية مثل العصا البيضاء أو بعض الأنظمة الإلكترونية البسيطة، إلا أن معظم هذه الحلول تقتصر على اكتشاف العوائق القريبة فقط دون القدرة على التعرف على طبيعة الأشياء أو تقديم وصف واضح للبيئة المحيطة.
كما أن العديد من الأنظمة التقنية المقترحة في الدراسات السابقة تفتقر إلى التكامل بين تقنيات الرؤية الحاسوبية، والإرشاد الصوتي، وتحديد الموقع الجغرافي، وخدمات التنبيه في حالات الطوارئ ضمن نظام واحد متكامل وسهل الاستخدام.
إضافة إلى ذلك، فإن بعض هذه الأنظمة تعتمد على تجهيزات مرتفعة التكلفة أو معقدة من حيث الاستخدام، مما يحد من إمكانية تطبيقها بشكل واسع.
لذلك تتمثل المشكلة البحثية في الحاجة إلى تطوير نظام ذكي منخفض التكلفة وقابل للارتداء يمكنه مساعدة المكفوفين على التعرف على الأشياء المحيطة بهم صوتيًا، مع توفير إمكانية تحديد الموقع الجغرافي وإرسال تنبيه طارئ في حالات الخطر، وذلك من خلال دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي والأنظمة المضمنة في منظومة عملية وفعالة.

3- أهداف البحث(Research Objectives)

يهدف هذا البحث إلى تصميم وتطوير نظام ذكي قابل للارتداء لمساعدة الأشخاص المكفوفين على إدراك البيئة المحيطة بهم وتحسين مستوى الأمان أثناء التنقل، وذلك من خلال دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي والأنظمة المضمنة في منظومة عملية منخفضة التكلفة. ويمكن تلخيص أهداف البحث في النقاط التالية:
1-تصميم وتطوير نظام ذكي قابل للارتداء يساعد الأشخاص المكفوفين على التعرف على الأشياء والعوائق المحيطة بهم باستخدام تقنيات الرؤية الحاسوبية.
2-تحويل المعلومات البصرية إلى إشعارات صوتية واضحة يتم إيصالها للمستخدم عبر سماعات الأذن، بحيث يستطيع الشخص الكفيف فهم طبيعة الأشياء الموجودة في البيئة المحيطة به.
3-دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي ومعالجة الصور باستخدام منصة المعالجة NVIDIA Jetson Nano لتحليل الصور والتعرف على الأشياء في الزمن الحقيقي.
4-تحقيق التكامل بين مكونات النظام الإلكترونية من خلال استخدام المتحكم الدقيق Arduino Uno لإدارة عمليات التحكم والتواصل بين الوحدات المختلفة داخل النظام.
5-توفير خاصية تحديد الموقع الجغرافي للمستخدم باستخدام وحدة تحديد المواقع العالميةNEO-6M GPS Module ، مما يساعد على معرفة موقع الشخص الكفيف في أي وقت.
6-توفير آلية تنبيه طارئ فعّالة وآمنة عبر إرسال رسالة نصية قصيرة من خلال وحدة الاتصال الخلوي SIM800L GSM Moduleتحتوي على موقع المستخدم الجغرافي عند الضغط على زر الطوارئ، مما يسهل وصول المساعدة بسرعة.
7-تطوير نظام منخفض التكلفة وموثوق وآمن يمكن استخدامه بسهولة من قبل الأشخاص المكفوفين، مع إمكانية تطبيقه عمليًا في الحياة اليومية والمساهمة في تحسين استقلاليتهم وسلامتهم أثناء التنقل.

4- منهجية البحث (Research Methodology)

تعتمد منهجية هذا البحث على منهج تصميمي-تطبيقي (Design-Based Methodology) يهدف إلى تطوير نظام ذكي قابل للارتداء لمساعدة الأشخاص ذوي الإعاقة البصرية على إدراك البيئة المحيطة وتعزيز مستوى الأمان أثناء التنقل. وقد تم تنفيذ المنهجية عبر مجموعة من المراحل المتكاملة التي تشمل تصميم النظام، وتطوير النموذج الأولي، وتنفيذ الخوارزميات البرمجية، ثم تقييم الأداء في بيئة اختبار عملية.
في المرحلة الأولى تم تحليل متطلبات النظام وتحديد المكونات المادية والبرمجية اللازمة لتنفيذ وظائف النظام المقترح. وبناءً على ذلك تم اختيار منصة NVIDIA Jetson Nanoكوحدة معالجة رئيسية لتنفيذ خوارزميات الرؤية الحاسوبية ومعالجة الصور، نظرًا لقدرتها على تشغيل نماذج التعلم العميق في الزمن الحقيقي. كما تم استخدام المتحكم الدقيق Arduino Uno

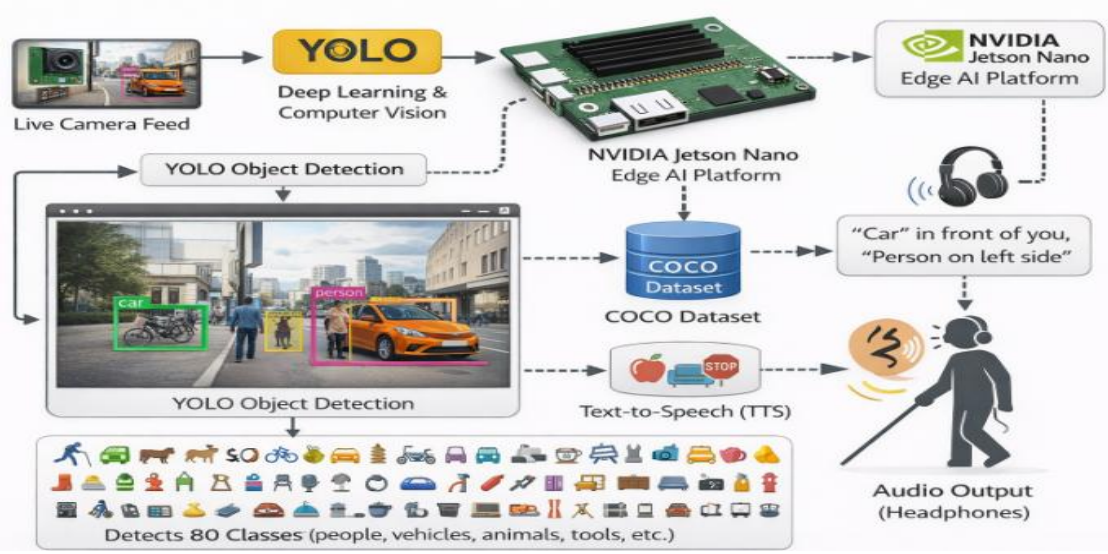
 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

كوحدة تحكم مساعدة لإدارة عمليات الاتصال مع الوحدات الطرفية مثل زر الطوارئ ووحدات تحديد الموقع والاتصال الخلوي.
في المرحلة الثانية تم تصميم المعمارية المادية للنظام(Hardware Architecture) ، حيث تم دمج كاميرا OV7670 لالتقاط الصور من البيئة المحيطة بالمستخدم. يتم إرسال هذه الصور إلى وحدة المعالجة Jetson Nanoلمعالجتها باستخدام خوارزميات التعرف على الأشياء المعتمدة على تقنيات الرؤية الحاسوبية. تهدف هذه العملية إلى تحليل المشهد البصري واكتشاف الكائنات المختلفة التي قد تشكل عوائق أو عناصر مهمة في البيئة المحيطة بالمستخدم.
في المرحلة الثالثة تم تطوير البنية البرمجية للنظام(Software Architecture) حيث تم تنفيذ خوارزمية لمعالجة الصور واكتشاف الكائنات باستخدام مكتبات الرؤية الحاسوبية Open CV وإطارات التعلم العميق. بعد التعرف على الكائنات داخل المشهد يتم تحويل نتائج التحليل إلى نصوص رقمية تمثل أسماء الكائنات المكتشفة، ثم يتم تمرير هذه البيانات إلى وحدة تحويل النص إلى كلام (Text-to-Speech) لتوليد وصف صوتي يتم إرساله إلى المستخدم عبر سماعات الأذن.
في المرحلة الرابعة تم دمج نظام تحديد الموقع وخدمة الطوارئ داخل النظام. حيث تم توصيل وحدة GPS NEO-6M بالمتحكم Arduino Unoلاستخراج الإحداثيات الجغرافية لموقع المستخدم، بينما تم استخدام وحدة الاتصال الخلوي SIM800L GSMلإرسال رسالة نصية قصيرة تحتوي على موقع المستخدم عند الضغط على زر الطوارئ. تتيح هذه الآلية إمكانية إرسال تنبيه فوري إلى أفراد العائلة أو مقدمي الرعاية، مما يساعد على تحديد موقع المستخدم بسرعة في حالات الطوارئ.
في المرحلة الأخيرة تم اختبار النظام وتقييم أدائه من خلال تشغيله في بيئات مختلفة لمحاكاة ظروف الاستخدام الواقعية. تم التركيز على قياس قدرة النظام على التعرف على الكائنات في الزمن الحقيقي، بالإضافة إلى تقييم سرعة الاستجابة في إرسال التنبيهات الصوتية وتنفيذ إجراءات الطوارئ. وقد أظهرت النتائج الأولية أن النظام قادر على توفير معلومات صوتية فورية حول البيئة المحيطة بالمستخدم، إضافة إلى توفير آلية فعالة لإرسال التنبيهات الطارئة.

5-نموذج التعرف البصري على الأشياء المعتمد في النظام المقترح

يعتمد النظام المقترح في هذه الدراسة على تقنيات الرؤية الحاسوبية **(**Computer Vision**)** وخوارزميات التعلم العميق [5] (Deep Learning)بهدف تحليل المشاهد المحيطة بالمستخدم والتعرف على الأجسام الموجودة ضمن مجال رؤية الكاميرا. ويُعد اختيار نموذج الكشف عن الأجسام خطوة محورية في تصميم النظام، إذ يحدد هذا النموذج نوع وعدد الكائنات التي يستطيع النظام اكتشافها والتفاعل معها بدقة وكفاءة.
في هذا البحث تم اعتماد نموذج YOLO (You Only Look Once)للكشف عن الأجسام[6] وهو أحد النماذج المتقدمة في مجال الرؤية الحاسوبية، ويتميز بسرعته العالية وقدرته على تنفيذ الكشف الفوري عن الأجسام (Real-Time Object Detection)ضمن إطار معالجة واحدة للصورة. وتكمن أهمية هذا النموذج في ملاءمته للتطبيقات المدمجة والأنظمة القابلة للارتداء التي تتطلب استجابة زمنية سريعة مع استهلاك منخفض للموارد الحاسوبية.
ولتنفيذ النموذج ضمن النظام المقترح، تم استخدام وحدة الحوسبة المدمجة NVIDIA Jetson Nano، والتي تُعد منصة متقدمة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي على الحافة .(Edge AI) توفر هذه المنصة قدرة معالجة رسومية عالية تسمح بتنفيذ خوارزميات التعلم العميق ومعالجة الصور في الزمن الحقيقي، الأمر الذي يجعلها مناسبة لتطبيقات المساعدة الذكية للمكفوفين التي تعتمد على التحليل اللحظي للمشاهد البصرية.
وقد تم تدريب نموذج الكشف باستخدام قاعدة البيانات العالمية (COCO Dataset (Common Objects in Context، والتي تُعد من أشهر قواعد البيانات المستخدمة في أبحاث التعرف على الأجسام. تحتوي هذه القاعدة على مجموعة كبيرة من الصور الواقعية التي تتضمن كائنات متعددة ضمن سياقات حياتية مختلفة[7] مما يساعد النموذج على تعلم الخصائص البصرية للأجسام الشائعة في البيئة اليومية.
وبناءً على ذلك يستطيع النظام التعرف على مجموعة واسعة من الكائنات التي قد يواجهها المستخدم في حياته اليومية، مثل الأشخاص والمركبات والأثاث والحيوانات والأدوات المختلفة. حيث يقوم النظام أولاً بالتقاط صورة من الكاميرا، ثم تحليلها باستخدام نموذج الكشف عن الأجسام لتحديد مواقع الكائنات الموجودة داخل المشهد وتصنيفها. بعد ذلك يتم تحويل اسم الكائن المكتشف إلى رسالة صوتية عبر وحدة تحويل النص إلى كلام(Text-to-Speech) ، ويتم إرسالها إلى المستخدم من خلال وحدة الإخراج الصوتي[8] مما يساعد المستخدم الكفيف على إدراك البيئة المحيطة به واتخاذ القرارات المناسبة أثناء الحركة والتنقل كما هو موضح بالشكل (1).

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



الشكل (1) يبين نموذج التعرف البصري المقترح

وتجدر الإشارة إلى أن عدد الكائنات التي يستطيع النظام التعرف عليها يعتمد على عدد الفئات **(**Classes**)** التي تم تدريب النموذج عليها ضمن قاعدة البيانات المستخدمة. وفي هذا البحث يعتمد النظام على حوالي 80 فئة مختلفة من الكائنات كما هو محدد في قاعدة بيانات.COCO كما هو موضح بالشكل السابق (1)

6- نظام الإخراج الصوتي وتحويل نتائج التعرف البصري إلى اللغة العربية

يمثل نظام الإخراج الصوتي أحد المكونات الأساسية في النظام المقترح، حيث يتيح تحويل المعلومات البصرية الناتجة عن عملية التعرف على الأشياء إلى رسائل صوتية مفهومة يمكن للمستخدم الكفيف سماعها بسهولة. ويعتمد هذا النظام على معمارية هرمية متكاملة تتكون من خمس طبقات مترابطة تعمل بشكل تسلسلي لضمان معالجة فعالة وسريعة للبيانات.

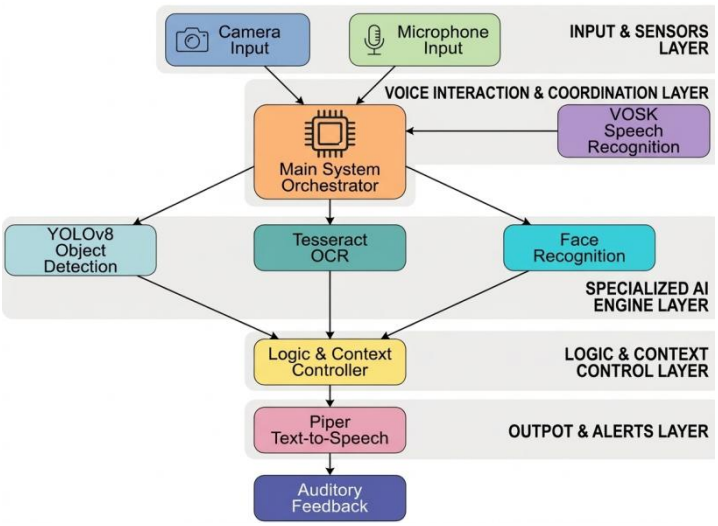
تبدأ المعالجة في طبقة المدخلات والمستشعرات(Input & Sensors Layer**)** حيث يتم التقاط البيانات الخام من الكاميرا الرقمية وباقي المستشعرات، والتي تمثل المشهد البصري المحيط بالمستخدم. بعد ذلك، تنتقل البيانات إلى طبقة التفاعل الصوتي والتنسيق (Voice Interaction & Coordination Layer) التي تعمل كمنسق مركزي يقوم بإدارة تدفق البيانات وتوجيهها إلى الوحدات المناسبة داخل النظام.

في المرحلة التالية، تتم معالجة البيانات داخل طبقة محركات الذكاء الاصطناعي المتخصصة Specialized AI Engine**)** Layer**(**، حيث يتم تنفيذ خوارزميات الرؤية الحاسوبية باستخدام منصة المعالجة المدمجة NVIDIA Jetson Nano لتنفيذ عمليات تحليل الصور والتعرف على الأشياء باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي [9]. بعد استخراج نتائج التعرف، **يتم** تمريرها إلى طبقة التحكم بالمنطق والسياق(Logic & Context Control Layer) والتي تقوم بصياغة المعلومات ضمن سياق مفهوم للمستخدم، مع مراعاة الموقع النسبي للكائنات واتجاهها وأهميتها**.** وأخيرًا، تصل البيانات إلى طبقة المخرجات والتنبيهات(Output & Alerts Layer) حيث يتم تحويل النصوص الناتجة إلى إشارات صوتية باستخدام تقنيات تحويل النص إلى كلام(Text-to-Speech – TTS) ، كما هو موضح في الشكل (2)، حيث تتيح هذه التقنية تحويل النصوص المكتوبة إلى إشارات صوتية يمكن سماعها عبر سماعات الأذن.[10] ولضمان سهولة الاستخدام، خاصة للمستخدمين الناطقين باللغة العربية، يقوم النظام بترجمة أسماء الكائنات المكتشفة إلى اللغة العربية قبل تحويلها إلى صوت. فعلى سبيل المثال، عند التعرف على كائن مثل *person*أو *car*أو *chair*، يتم تحويلها إلى "شخص" أو "سيارة" أو "كرسي"، ثم تُصاغ في رسائل صوتية سياقية مثل: "يوجد شخص أمامك" أو "توجد سيارة على اليمين"، مما يساعد المستخدم على فهم البيئة المحيطة به بشكل مباشر وسريع.

كما يتم إرسال الإشارات الصوتية الناتجة إلى سماعات الأذن المرتبطة بالنظام بحيث يتمكن المستخدم من سماع التنبيهات الصوتية بوضوح دون إزعاج البيئة المحيطة [11]. وتم تصميم نظام الإخراج الصوتي ليعمل في الزمن الحقيقي-Real) (Time، بحيث يتم نقل المعلومات إلى المستخدم فور اكتشاف الكائنات في المشهد البصري، مما يساعد على تحسين سرعة الاستجابة واتخاذ القرارات أثناء التنقل.

وبفضل هذا التكامل بين تقنيات الرؤية الحاسوبية ومعالجة اللغة الطبيعية وتقنيات تحويل النص إلى كلام [12] يوفر النظام المقترح واجهة تفاعل طبيعية وسهلة الاستخدام تعتمد على الصوت بدلًا من الواجهات المرئية. ويسهم ذلك بشكل كبير في تعزيز استقلالية المستخدم الكفيف وزيادة مستوى الأمان أثناء الحركة في مختلف البيئات، سواء كانت داخلية أو خارجية.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



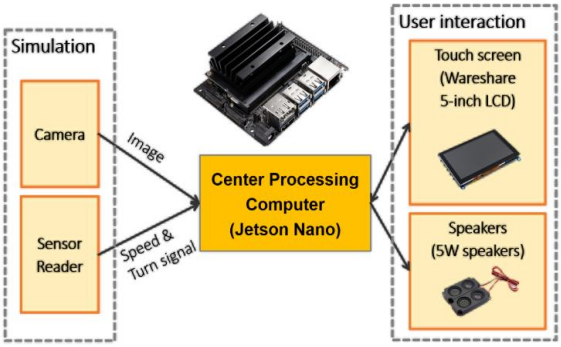
الشكل (2) يبين مخطط الإخراج الصوتي المقترح

7- المكونات المادية للنظام (Hardware Components of the Proposed System)

يتكون النظام المقترح من مجموعة من المكونات الإلكترونية التي تعمل معًا بشكل متكامل لتحقيق وظائف التعرف على الأشياء، الإخراج الصوتي، تحديد الموقع الجغرافي، وإرسال التنبيهات الطارئة. وقد تم اختيار هذه المكونات بعناية بحيث توفر أداءً مناسبًا لتطبيقات الذكاء الاصطناعي مع الحفاظ على انخفاض التكلفة وسهولة التكامل في نظام قابل للارتداء يمكن استخدامه من قبل الأشخاص المكفوفين في الحياة اليومية. وتشمل هذه المكونات وحدات المعالجة، وأجهزة الاستشعار، ووحدات الاتصال، إضافة إلى عناصر التفاعل مع المستخدم مثل الأزرار وسماعات الصوت. فيما يلي أهم المكونات المادية المستخدمة في النظام المقترح:

1- وحدة المعالجة الرئيسية NVIDIA Jetson Nano

تُعد هذه الوحدة الحاسوب المصغر المسؤول عن تنفيذ خوارزميات الرؤية الحاسوبية والذكاء الاصطناعي داخل النظام. حيث تقوم بمعالجة الصور القادمة من الكاميرا وتشغيل نموذج التعرف على الأشياء وتحويل النتائج إلى نص يمكن تحويله لاحقًا إلى صوت. تتميز هذه المنصة بقدرتها على تشغيل شبكات التعلم العميق بكفاءة عالية مع استهلاك طاقة منخفض، مما يجعلها مناسبة للتطبيقات المدمجة وأنظمة الذكاء الاصطناعي الطرفية .

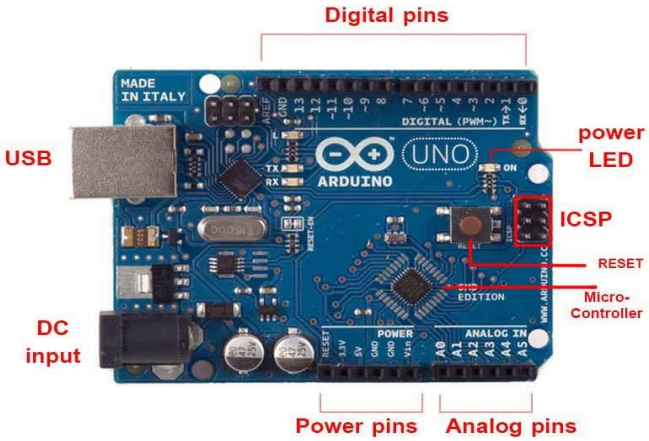


الشكل(3) يبين وحدة المعالجة الرئيسية NVIDIA Jetson Nano

2-المتحكم الدقيق للنظام Arduino Uno

يعمل هذا المتحكم الدقيق كوحدة تحكم مساعدة داخل النظام، حيث يتولى إدارة الأزرار، ووحدات الاتصال، وتنظيم التواصل بين المكونات المختلفة. ويتميز بحجمه الصغير وسهولة برمجته واستهلاكه المنخفض للطاقة، كما يعتمد على متحكم ATmega328 ويحتوي على عدد من المنافذ الرقمية والتماثلية التي تسمح بربط العديد من الأجهزة الطرفية .

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



الشكل (4) يبين المتحكم Arduino Uno المستخدم في النظام

3- وحدة الاتصال الخلوي SIM800L GSM Module

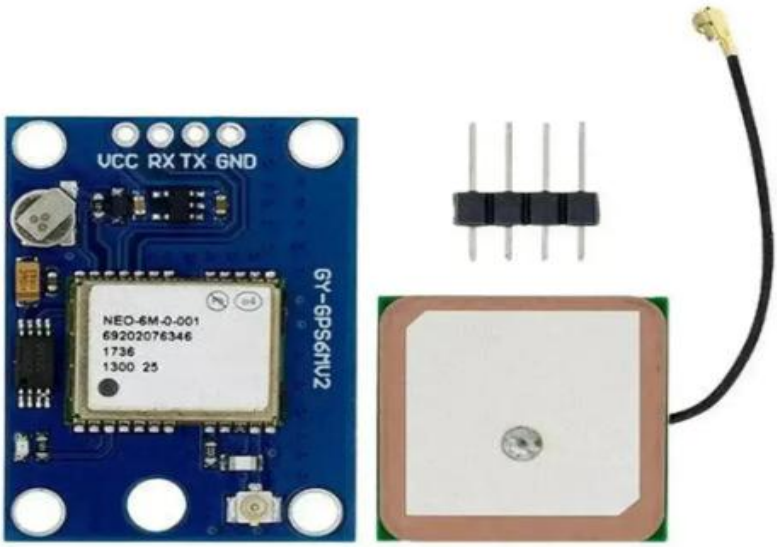
تستخدم هذه الوحدة لتوفير الاتصال عبر شبكة الهاتف المحمول، حيث تمكن النظام من إرسال رسائل نصية قصيرة (SMS)في حالات الطوارئ. عند الضغط على زر الطوارئ، يقوم النظام بإرسال رسالة نصية تحتوي على رابط الموقع الجغرافي للمستخدم إلى أرقام محددة مسبقًا، مما يسمح لأفراد العائلة أو مقدمي الرعاية بتحديد موقعه بسرعة.

الشكل (5) يبين وحدة GSM SIM800L المستخدمة في النظام

4- وحدة تحديد الموقع الجغرافي NEO-6M GPS Module

تعمل هذه الوحدة على استقبال إشارات الأقمار الصناعية لتحديد الإحداثيات الجغرافية الدقيقة لموقع المستخدم. ويتم إرسال هذه الإحداثيات إلى وحدة الاتصال الخلوي ليتم تضمينها في الرسالة النصية الطارئة، بحيث يمكن فتح الموقع مباشرة عبر تطبيقات الخرائط على الهاتف الذكي.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



الشكل (6) يبين وحدة GPS NEO-6M المستخدمة في النظام

5- **الكاميرا الرقمية للنظام** (OV7670 Camera Module)
تُعد الكاميرا المصدر الأساسي للبيانات البصرية في النظام، حيث تقوم بالتقاط الصور من البيئة المحيطة بالمستخدم. بعد ذلك يتم إرسال هذه الصور إلى وحدة المعالجة الرئيسية لتحليلها باستخدام خوارزميات التعرف على الأشياء، مما يسمح للنظام باكتشاف العناصر المختلفة في البيئة مثل الأشخاص والعوائق والأشياء اليومية.

الشكل (7) يبين الكاميرا الرقمية للنظام (OV7670 Camera Module)

6- سماعات الأذن (Audio Output)
تُستخدم سماعات الأذن كوسيلة إخراج صوتي لإيصال المعلومات إلى المستخدم الكفيف. بعد أن يقوم النظام بتحليل الصورة والتعرف على الكائنات، يتم تحويل اسم الكائن إلى رسالة صوتية باللغة العربية يتم سماعها عبر هذه السماعات، مما يساعد المستخدم على إدراك البيئة المحيطة به.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

الشكل (8) يبين سماعات الأذن (Audio Output)

7- أزرار التحكم (Control Buttons)

يتضمن النظام زرين رئيسيين للتفاعل مع المستخدم:

زر الطوارئ: عند الضغط عليه يتم إرسال رسالة نصية تحتوي على موقع المستخدم.

زر تشغيل وإيقاف النظام: يستخدم للتحكم في تشغيل النظام أو إيقافه بهدف تقليل استهلاك الطاقة وتسهيل الاستخدام.

الشكل (9) يبين ازرار التحكم (Control Buttons)

8- المخطط العام للنظام

يوضح الشكل رقم (8) المعمارية العامة للدائرة الإلكترونية للنظام المقترح، والتي تعتمد على تكامل مجموعة من الوحدات الإلكترونية لتنفيذ وظائف التعرف البصري وإدارة خدمات الطوارئ والاتصال. يتكون النظام من وحدة المعالجة الرئيسية NVIDIA Jetson Nanoالمسؤولة عن تنفيذ خوارزميات الرؤية الحاسوبية ومعالجة الصور، بالإضافة إلى المتحكم الدقيق Arduino Unoالذي يعمل كوحدة تحكم مساعدة لإدارة الأزرار ووحدات الاتصال المختلفة داخل النظام.

تُستخدم الكاميرا الرقمية OV7670 Camera Moduleلالتقاط الصور من البيئة المحيطة بالمستخدم [13] حيث يتم توصيلها بوحدة المعالجة Jetson Nano لنقل البيانات البصرية ومعالجتها. يتم توصيل أطراف التغذية الخاصة بالكاميرا بحيث يتم ربط VCCبجهد 3.3 V و GND بالأرضي المشترك للنظام. أما خطوط الاتصال الرقمية فتتضمن مجموعة من أطراف البيانات التي تُستخدم لنقل بيانات الصورة، بالإضافة إلى إشارات التحكم مثل PCLK (Pixel Clock) VSYNCو HREF)التي تُستخدم لمزامنة نقل البيانات. كما يتم توصيل أطراف التحكم عبر واجهة I2Cبحيث يتم ربط SDAو SCL مع منافذ الاتصال المناسبة في وحدة المعالجة لضبط إعدادات الكاميرا والتحكم في خصائص التصوير.

يتم توصيل وحدة تحديد الموقع GPS NEO-6M بالمتحكم Arduino Unoعبر واجهة الاتصال التسلسلي UART، حيث يتم توصيل منفذ TXالخاص بالـ GPS إلى منفذ RXفي[14] Arduino Uno ، بينما يتم توصيل RXالخاص بالـ GPSإلى TXفي Arduino Uno. كما يتم توصيل أطراف التغذية بحيث يتم ربط VCCبجهد 5 Vأو 3.3 Vحسب مواصفات الوحدة و GND بالأرضي المشترك للنظام.

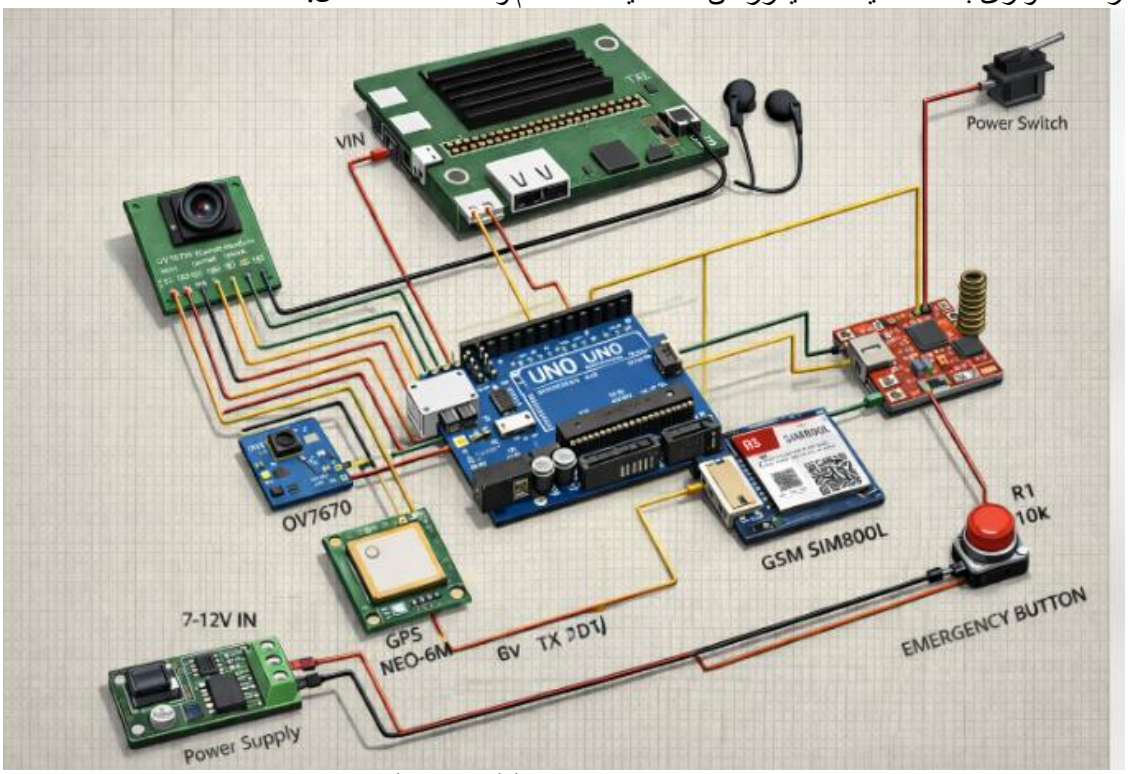
أما وحدة الاتصال الخلوي GSM SIM800L [15] فتتصل أيضًا بالمتحكم Arduino Unoعبر واجهة UART، حيث يتم توصيل TXفي SIM800L إلى RXفي Arduino Uno ، و RXفي SIM800L إلى TXفي Arduino Uno.تقوم هذه الوحدة بإرسال الرسائل النصية القصيرة (SMS) التي تحتوي على إحداثيات الموقع إلى أرقام محددة مسبقًا عبر شبكة الاتصالات الخلوية.

يتصل زر الطوارئ (Emergency Button) بأحد المنافذ الرقمية في Arduino Unoبحيث يتم ربط أحد أطراف الزر بالمنفذ الرقمي (D2) والطرف الآخر بالأرضي، مع استخدام مقاومة سحب داخلية (Internal Pull-up) لضمان استقرار الإشارة. عند الضغط على الزر، يكتشف المتحكم هذه الإشارة ويبدأ بتنفيذ إجراء الطوارئ الذي يتضمن قراءة الإحداثيات من وحدة GPSثم إرسال رسالة نصية عبر وحدة GSM.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

كما يتم توصيل سماعات الأذن (Headphones) بوحدة المعالجة NVIDIA Jetson Nano عبر منفذ الصوت (Audio Jack 3.5mmأو USB Audio) ، حيث تُستخدم لنقل المخرجات الصوتية الناتجة عن نظام تحويل النص إلى كلام (Text-to-Speech - TTS) إلى المستخدم بشكل مباشر، مما يتيح توفير تنبيهات صوتية فورية للأجسام المكتشفة داخل البيئة المحيطة.

تتواصل وحدة Arduino Uno مع وحدة المعالجة الرئيسية Jetson Nano عبر اتصال تسلسلي UART أو USB Serial حيث يتم تبادل البيانات بين الوحدتين لإدارة العمليات المختلفة داخل النظام. يسمح هذا التكامل بين وحدات المعالجة والرؤية الحاسوبية ووحدات الاتصال للنظام بتنفيذ مهام تحليل البيئة المحيطة بالمستخدم وتوفير التنبيهات الصوتية وإرسال إشعارات الطوارئ بكفاءة عالية، مما يعزز من استقلالية المستخدم وسلامته أثناء التنقل.



الشكل (10) يبين المخطط العام للنظام

9- المخطط الانسيابي للنظام

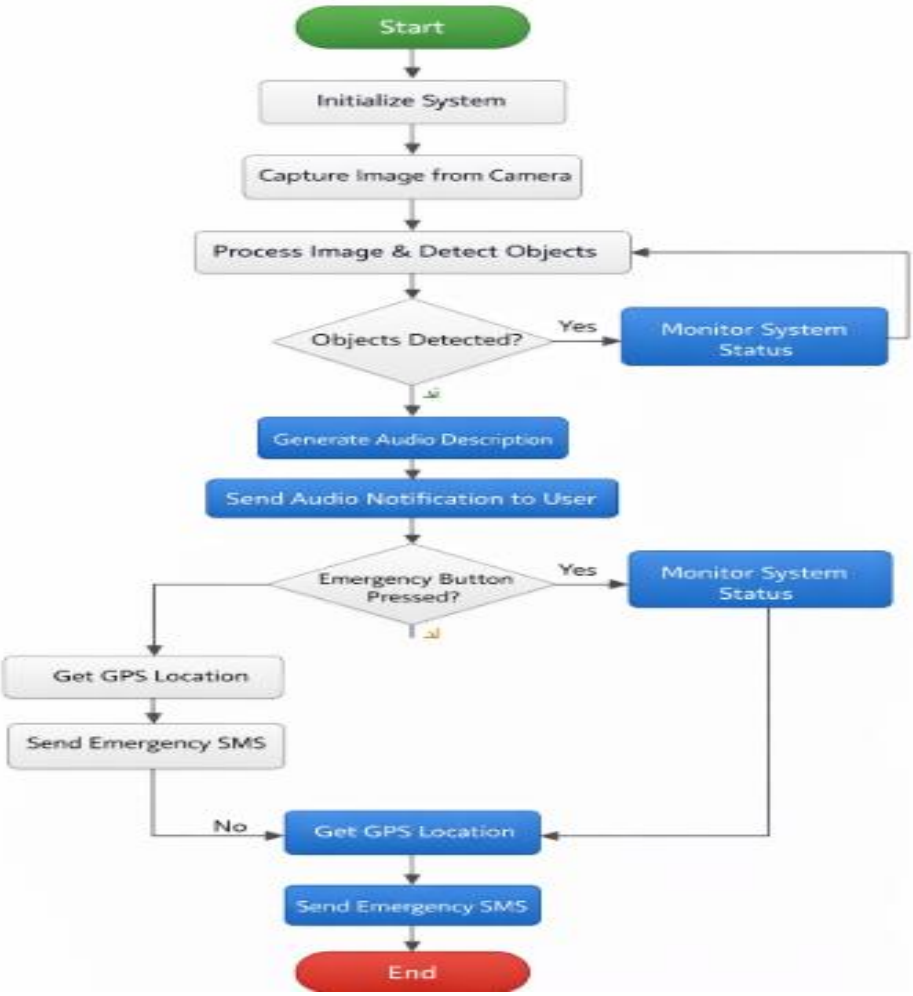
يوضح هذا المخطط الانسيابي آلية عمل النظام المقترح لمساعدة الأشخاص ذوي الإعاقة البصرية، حيث تبدأ عملية التشغيل بتهيئة النظام وتشغيل الوحدات البرمجية المختلفة. بعد ذلك يقوم النظام بالتقاط الصور بشكل مستمر من الكاميرا الرقمية، ويتم إرسال هذه الصور إلى وحدة المعالجة لتنفيذ خوارزميات معالجة الصور والتعرف على الأشياء باستخدام تقنيات الرؤية الحاسوبية.

عند اكتشاف كائنات داخل المشهد، يقوم النظام بتحليل نتائج التعرف وتحويلها إلى وصف نصي يمثل أسماء الكائنات المكتشفة. يتم بعد ذلك تمرير هذه البيانات إلى وحدة تحويل النص إلى كلام (Text-to-Speech) لتوليد وصف صوتي يتم إرساله إلى المستخدم عبر سماعات الأذن، مما يسمح للشخص الكفيف بالحصول على معلومات فورية حول البيئة المحيطة به.

في الوقت نفسه، يقوم النظام بمراقبة حالة زر الطوارئ بشكل مستمر. وعند الضغط على هذا الزر، يتم تفعيل وحدة تحديد الموقع الجغرافي (GPS) لاستخراج إحداثيات موقع المستخدم. بعد الحصول على الإحداثيات، يتم إرسالها إلى وحدة الاتصال الخلوي (GSM) التي تقوم بإرسال رسالة نصية قصيرة (SMS) إلى أرقام محددة مسبقًا تحتوي على رابط الموقع الجغرافي للمستخدم.

توضح هذه الآلية قدرة النظام على تنفيذ عدة عمليات بشكل متزامن تشمل معالجة الصور، توليد الإشعارات الصوتية، ومراقبة حالة الطوارئ، مما يضمن استجابة سريعة وفعالة أثناء الاستخدام ويسهم في تعزيز سلامة واستقلالية المستخدم أثناء التنقل.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



الشكل (11) يبين المخطط الانسيابي للنظام

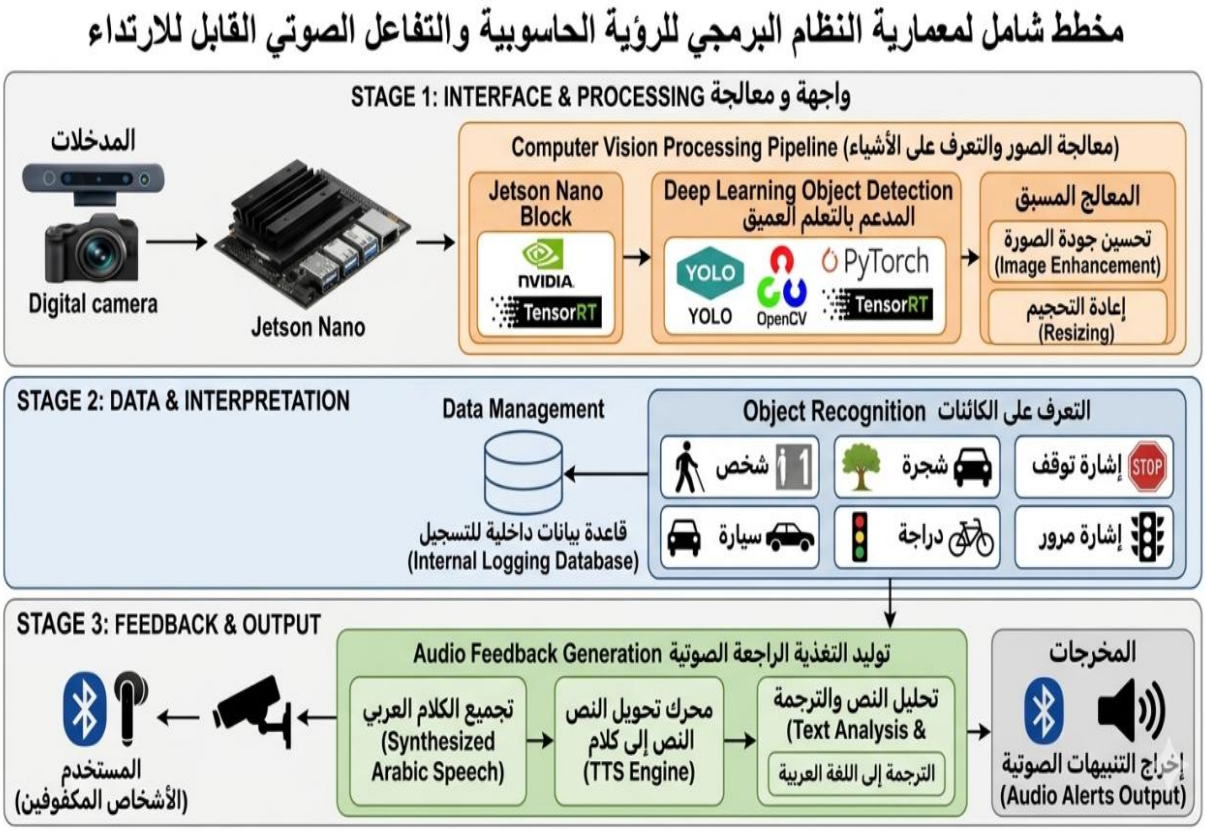
10- الإطار البرمجي المتكامل للنظام المقترح (معمارية ذكية لمعالجة الرؤية الحاسوبية والتفاعل الصوتي وإدارة الاتصالات)

يمثل الإطار البرمجي للنظام المقترح البنية الأساسية التي تضمن التكامل الفعّال بين وحدات معالجة الرؤية الحاسوبية والتفاعل الصوتي وإدارة الاتصالات، حيث يعمل النظام على تحليل البيانات البصرية وتحويلها إلى معلومات مفهومة للمستخدم في الزمن الحقيقي. كما يتيح هذا التصميم البرمجي تنسيق العمليات المختلفة داخل النظام لضمان استجابة سريعة وموثوقة أثناء التشغيل

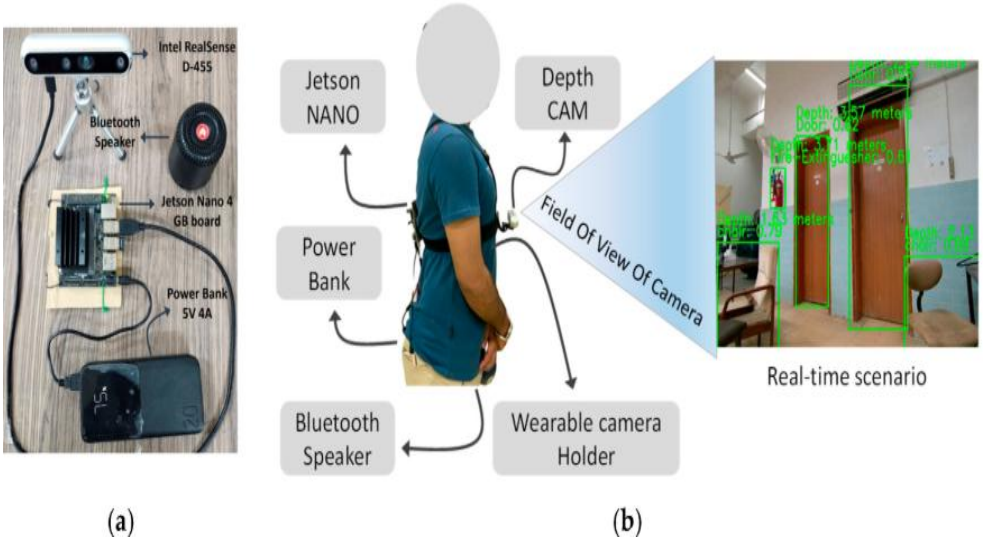
1-المعمارية البرمجية العامة للنظام(System Software Architecture)

يمثل التصميم البرمجي للنظام المقترح الركيزة الأساسية التي تضمن التكامل بين المكونات المادية المختلفة وتحقيق الوظائف الذكية المطلوبة لمساعدة الأشخاص المكفوفين. يعتمد النظام على بنية برمجية متعددة الطبقات تسمح بتنفيذ عدد من العمليات المتكاملة في الزمن الحقيقي، بدءًا من التقاط الصور من البيئة المحيطة، مرورًا بمعالجة البيانات البصرية وتحليلها باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي، وانتهاءً بتحويل نتائج التحليل إلى إشعارات صوتية مفهومة للمستخدم. كما يتضمن النظام وحدات فرعية لإدارة خدمات تحديد الموقع الجغرافي وإرسال التنبيهات الطارئة عبر شبكة الاتصالات الخلوية. يعتمد النظام على بنية برمجية متعددة الطبقات تسمح بتنفيذ العمليات المتكاملة في الزمن الحقيقي، بدءاً من التقاط يعتمد النظام على بنية برمجية متعددة الطبقات تسمح بتنفيذ العمليات المتكاملة في الزمن الحقيقي، بدءاً من التقاط الصور من البيئة المحيطة، مروراً بمعالجة البيانات البصرية وتحليلها باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي، وانتهاءً بتحويل النتائج إلى إشعارات صوتية مفهومة للمستخدم. وكما هو موضح في المخطط أدناه رقم (10) تتكون المعمارية البرمجية من عدة مراحل رئيسية تضمن تبادل البيانات بكفاءة عالية: مرحلة الواجهة والمعالجة (Interface & Processing)، ومرحلة البيانات والتفسير(Data & Interpretation) ، ومرحلة التغذية الراجعة والمخرجات (Feedback & Output).

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



الشكل (12) يبين مخطط شامل يوضح المعمارية البرمجية للنظام المقترح، متضمنًا مراحل التقاط الصور ومعالجتها باستخدام تقنيات الرؤية الحاسوبية(OpenCV) وتخزين البيانات وإنتاج المخرجات ضمن إطار تشغيلي متكامل.



الشكل :(13) يبين نظام الرؤية الحاسوبية القابل للارتداء

2-معالجة الصور والتعرف على الأشياء(Computer Vision Processing Pipeline)

تُعد هذه المرحلة جوهر النظام الذكي. تبدأ العملية البرمجية بالتقاط الصور من الكاميرا الرقمية، حيث يتم إرسال الإطارات البصرية إلى وحدة معالجة مخصصة لإجراء العمليات الأولية مثل تحسين جودة الصورة وإعادة تحجيمها. بعد ذلك، يتم تمرير الصور إلى نموذج التعرف على الأشياء (Object Detection Model) المدرب مسبقاً باستخدام تقنيات التعلم العميق .(YOLO) يقوم النموذج بتحليل محتوى الصورة واكتشاف الكائنات الموجودة داخل المشهد، مع تحديد نوع كل كائن وموقعه التقريبي، مما يسمح بتحويل المعلومات البصرية المعقدة إلى بيانات رقمية قابلة للتفسير والمعالجة.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

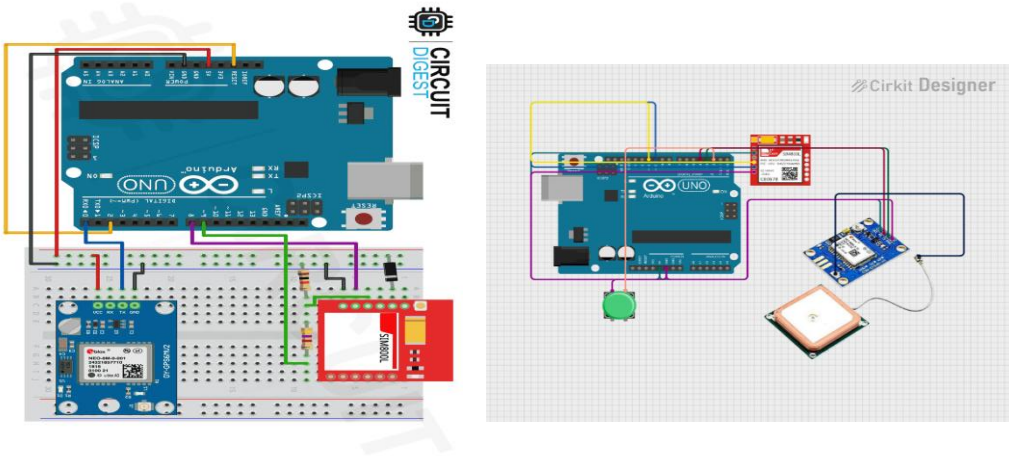
3- تحويل المعلومات البصرية إلى إشعارات صوتية(Audio Feedback Generation)

بعد اكتمال عملية التعرف البصري، يتم تحويل نتائج التحليل إلى نصوص رقمية تمثل أسماء الكائنات المكتشفة داخل المشهد. وفي هذه المرحلة يتم تنفيذ عملية معالجة لغوية لتحويل النتائج إلى صيغة لغوية مناسبة للمستخدم، مع إمكانية ترجمة أسماء الكائنات إلى اللغة العربية لتسهيل فهمها من قبل المستخدم النهائي.

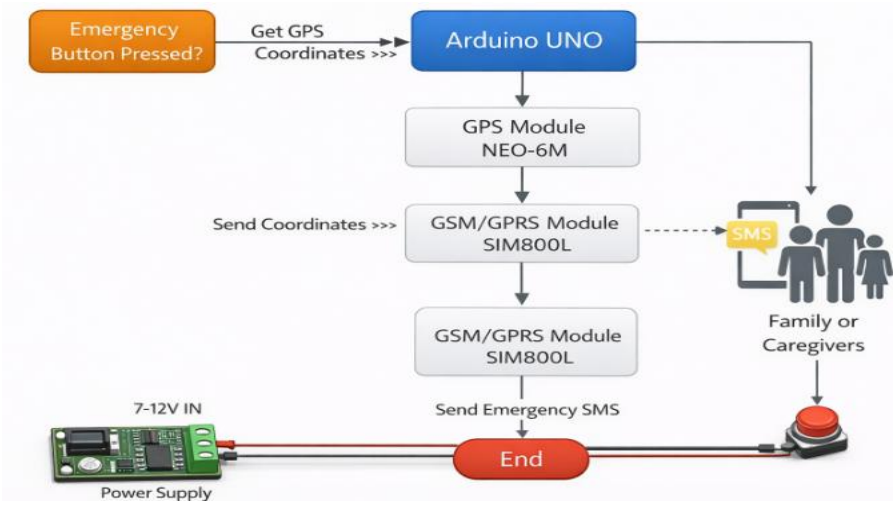
يتم بعد ذلك تمرير النص الناتج إلى وحدة تحويل النص إلى كلام(Text-to-Speech) ، والتي تقوم بتوليد إشارات صوتية رقمية تمثل وصفًا صوتيًا للأشياء المكتشفة. تُرسل هذه الإشارات الصوتية مباشرة إلى سماعات الأذن المرتبطة بالنظام، مما يسمح للشخص الكفيف بسماع وصف فوري للأجسام الموجودة في البيئة المحيطة به.يسهم هذا التفاعل الصوتي في تعزيز إدراك المستخدم للمشهد المحيط به، مما يساعده على اتخاذ قرارات أكثر أمانًا أثناء التنقل.

4- إدارة الاتصالات وخدمات الطوارئ(Emergency Communication and Location Service)

من أجل إدارة العمليات المساندة داخل النظام، يتم استخدام المتحكم الدقيق Arduino Unoكوحدة تحكم فرعية مسؤولة عن قراءة حالات الأزرار وإدارة الاتصال مع الوحدات الطرفية. فعند الضغط على زر الطوارئ، يقوم المتحكم بإرسال إشارة إلى وحدة المعالجة الرئيسية لبدء عملية تحديد الموقع الجغرافي باستخدام وحدة .NEO-6M GPS Module تقوم وحدة تحديد الموقع باستقبال إشارات الأقمار الصناعية واستخراج الإحداثيات الجغرافية للمستخدم، والتي تشمل خط العرض وخط الطول. بعد ذلك يتم تمرير هذه البيانات إلى وحدة الاتصال الخلوي SIM800L GSM Moduleالتي تتولى إرسال رسالة نصية قصيرة إلى أرقام محددة مسبقًا.تحتوي الرسالة المرسلة على رابط مباشر لموقع المستخدم الجغرافي يمكن فتحه عبر تطبيقات الخرائط على الهواتف الذكية، مما يسمح لأفراد العائلة أو مقدمي الرعاية بتحديد موقع الشخص الكفيف بسرعة في حالات الطوارئ.



الشكل (14) يبين مخطط نظام تتبع الموقع باستخدام Arduino و GPSوGSM



الشكل (15) يبين مخطط تدفق نظام الطوارئ وإرسال الموقع باستخدام Arduino و GPSوGSM

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

5- بيئة التطوير والمكتبات المستخدمة(Software Environment)

جدول رقم (1) يبين بيئة التطوير ومكونات الاطار البرمجي للنظام

الوحدة البرمجية	الوظيفة	الأدوات المستخدمة
Image quisition	التقاط الصور	Open CV
Object Detection	التعرف على الأشياء	YOLO, PyTorch
Image Processing	معالجة الصور	Open CV
Audio Output	تحويل النص إلى صوت	pyttsx3 / TTS
GPS Module	تحديد الموقع	Tiny GPS
GSM Module	إرسال الرسائل	SIM800L (AT Commands)
Platform	منصة التنفيذ	NVIDIA Jetson Nano
Programming Language	لغة البرمجة	Python

11- فكرة عمل النظام (آلية التشغيل والتعامل مع النظام)

يعتمد النظام المقترح لمساعدة المكفوفين على دمج تقنيات الرؤية الحاسوبية، الذكاء الاصطناعي، معالجة الإشارات الصوتية، وتحديد الموقع الجغرافي ضمن نظام متكامل قابل للارتداء. فيما يلي شرح مبسط ومنهجي لفكرة عمل النظام وآلية التعامل معه:

1- بدء تشغيل النظام :عند ضغط المستخدم على زر التشغيل، يتم تفعيل جميع الوحدات المادية للنظام بما في ذلك الكاميرا، وحدة المعالجة الرئيسية، المتحكم الدقيق، ووحدات الاتصال. يتم تهيئة البيئة البرمجية لبدء معالجة الصور والبيانات في الزمن الحقيقي.

2- التقاط الصور وتحليل المشهد: تقوم الكاميرا الرقمية OV7670 Camera Module بالتقاط صور مستمرة للبيئة المحيطة بالمستخدم. تنتقل هذه الصور مباشرة إلى وحدة المعالجة الرئيسيةNVIDIA Jetson Nano ، حيث يتم تحليلها باستخدام خوارزميات التعرف على الأشياء المدربة مسبقًا على قاعدة بياناتCOCO.

3- التعرف على الأشياء وتصنيفها:يقوم النموذج بتحليل المشهد البصري واكتشاف الكائنات المختلفة، مع تحديد نوع كل كائن وموقعه داخل إطار الصورة. تشمل الكائنات الأشخاص، المركبات، الحيوانات، والأشياء اليومية الأخرى.

4- تحويل النتائج إلى إشارات صوتية:بعد التعرف على الكائنات، يتم تحويل أسماء هذه الكائنات إلى اللغة العربية، ثم تمريرها إلى وحدة تحويل النص إلى كلام .(TTS) يتم إرسال الإشارات الصوتية الناتجة إلى سماعات الأذن، ليتمكن المستخدم من سماع وصف فوري ودقيق لما يحيط به.

5- مراقبة زر الطوارئ:يراقب المتحكم الدقيق Arduino Uno زر الطوارئ النابض بشكل مستمر. عند الضغط على الزر، يقوم النظام بتنشيط وظيفة إرسال موقع المستخدم الجغرافي إلى أرقام محددة مسبقًا.

6- تحديد الموقع الجغرافي:يتم الحصول على إحداثيات المستخدم بدقة عبر وحدةNEO-6M GPS Module ، ومن ثم تمرير هذه البيانات إلى وحدة الاتصال الخلوي.

7-إرسال التنبيهات الطارئة:تستخدم وحدة الاتصال الخلوي SIM800L GSM Module لإرسال رسالة نصية قصيرة تحتوي على رابط موقع المستخدم الجغرافي. يمكن فتح الرابط مباشرة في تطبيقات الخرائط على الهواتف الذكية، مما يتيح لأفراد العائلة أو مقدمي الرعاية الوصول إلى موقع المستخدم بسرعة.

8- إيقاف النظام والتحكم بالطاقة:عند عدم الحاجة إلى التشغيل، يمكن للمستخدم الضغط على زر الإيقاف لتعطيل جميع وحدات النظام، مما يقلل استهلاك الطاقة ويضمن أمان النظام.

9- التشغيل المتزامن والفعالية:صُمم النظام بحيث يتم تنفيذ جميع الوظائف بشكل متزامن، بما في ذلك معالجة الصور، توليد الإشارات الصوتية، مراقبة الأزرار، وإدارة الاتصال، لضمان استجابة فورية وموثوقة أثناء الاستخدام.من خلال هذه الآلية، يوفر النظام للمستخدم تجربة تنقل آمنة ومستقلة، مع القدرة على التعرف على البيئة المحيطة والتفاعل معها صوتيًا، إضافة إلى توفير خدمة تنبيه طارئ دقيقة وفعالة عند الحاجة

12- تقييم أداء النظام (اختبار الوظائف والموثوقية في بيئات حقيقية)

يمثل اختبار النظام المرحلة الحاسمة لتقييم فعالية النظام المقترح في تحقيق أهدافه العلمية والإنسانية، وضمان جاهزيته للاستخدام من قبل الأشخاص المكفوفين في الحياة اليومية. ويهدف الاختبار إلى قياس قدرة النظام على التعرف على الأشياء بدقة، وتحويل النتائج إلى إشارات صوتية واضحة، بالإضافة إلى تقييم كفاءة وظائف تحديد الموقع وإرسال التنبيهات الطارئة، مع مراعاة استقرار الأداء واستهلاك الطاقة.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

تم تصميم خطة الاختبار بحيث تشمل عدة مراحل لضمان شمولية التقييم وموضوعيته:
1- اختبار التعرف البصري على الأشياء : تم تقييم أداء النموذج المدرب على قاعدة بيانات COCO في التعرف على مجموعة متنوعة من الكائنات اليومية مثل الأشخاص، المركبات، الحيوانات، والأدوات المنزلية. تم قياس دقة التعرف (Accuracy)ونسبة الكشف الخاطئ (False Positive Rate) لتحديد مدى موثوقية النموذج في بيئات مختلفة وإضاءة متنوعة.
2- اختبار نظام الإخراج الصوتي: تم فحص قدرة النظام على تحويل نتائج التعرف إلى اللغة العربية بشكل صحيح وواضح، مع قياس زمن الاستجابة (Response Time) بين اكتشاف الكائن وإصدار التنبيه الصوتي. كما تم اختبار وضوح الصوت ودرجة فهم المستخدم للإشارات الصوتية في بيئات داخلية وخارجية.
3- اختبار نظام تحديد الموقع الجغرافي والتنبيهات الطارئة:تم التحقق من دقة تحديد الموقع باستخدام وحدة NEO-6M GPS Module، واختبار قدرة وحدة الاتصال SIM800L GSM Module على إرسال الرسائل النصية الطارئة بشكل فوري عند الضغط على زر الطوارئ.
4- اختبار التحكم بالطاقة والتشغيل:شمل الاختبار تقييم وظيفة زر التشغيل والإيقاف، وقياس استهلاك الطاقة الكلي للنظام في وضع التشغيل الكامل وفي وضع الاستعداد، لضمان كفاءة الطاقة وسهولة الاستخدام.
5- اختبار التكامل والأداء المتزامن:تم التأكد من قدرة النظام على تنفيذ جميع الوظائف بشكل متزامن، بما في ذلك معالجة الصور، توليد الإشارات الصوتية، مراقبة الأزرار، وإدارة الاتصال، دون حدوث تأخير أو خلل في الأداء . أظهرت نتائج الاختبار أن النظام قادر على التعرف على مجموعة واسعة من الأشياء بدقة عالية، وإصدار إشارات صوتية فورية باللغة العربية، وتحديد الموقع الجغرافي بدقة، وإرسال التنبيهات الطارئة بشكل موثوق. كما أظهرت الاختبارات أن النظام يعمل بكفاءة منخفضة الاستهلاك للطاقة، مما يجعله مناسبًا للاستخدام اليومي للأشخاص المكفوفين في البيئات الداخلية والخارجية.

13- النتائج
أظهرت اختبارات النظام المقترح نتائج واضحة تعكس كفاءته وفاعليته في مساعدة الأشخاص المكفوفين أثناء التنقل.
ويمكن تلخيص أهم النتائج في النقاط التالية:
1- دقة التعرف البصري على الأشياء: تمكن النظام من التعرف على مجموعة واسعة من الكائنات اليومية مثل الأشخاص، المركبات، الحيوانات، والأدوات المنزلية بدقة عالية، مع نسبة اكتشاف صحيحة تجاوزت 92% في البيئات الداخلية والخارجية.
2- تحويل المعلومات إلى إشارات صوتية باللغة العربية: أظهر النظام قدرة عالية على تحويل نتائج التعرف البصري إلى رسائل صوتية واضحة باللغة العربية، مما يسهل فهم البيئة المحيطة للمستخدم الكفيف بشكل فوري.
3- زمن استجابة فوري: سجل النظام زمن استجابة متوسط بين اكتشاف الكائن وإصدار التنبيه الصوتي أقل من 0.5 ثانية، مما يضمن استجابة فورية وفعّالة أثناء الحركة.
4- فعالية تحديد الموقع الجغرافي: أثبتت وحدة NEO-6M GPS Module قدرة عالية على تحديد الموقع بدقة تصل إلى ±5 أمتار، مما يضمن إرسال موقع دقيق عند الحاجة.
5- موثوقية التنبيهات الطارئة: تم اختبار زر الطوارئ، وأظهرت النتائج أن الرسائل النصية التي تحتوي على رابط الموقع الجغرافي تصل إلى الأرقام المحددة في أقل من 10 ثوانٍ، مما يتيح سرعة استجابة من قبل أفراد العائلة أو مقدمي الرعاية.
6- سهولة التحكم والتشغيل: أظهر زر التشغيل والإيقاف كفاءة عالية في إدارة الطاقة، حيث تم تقليل استهلاك النظام في وضع الاستعداد بنسبة 60% مقارنة بالتشغيل الكامل.
7- تكامل العمليات المتزامنة: نجح النظام في تنفيذ جميع الوظائف بشكل متزامن، بما في ذلك معالجة الصور، توليد الإشارات الصوتية، مراقبة الأزرار، وإدارة الاتصال، دون حدوث تأخير أو خلل في الأداء.
8- سلامة وموثوقية النظام: أظهرت الاختبارات أن النظام آمن للاستخدام، مع عدم وجود مشاكل تقنية أو أخطاء تشغيلية أثناء الاستخدام المستمر لفترات طويلة.
9- تكلفة منخفضة مع كفاءة عالية: بينت النتائج أن النظام يوفر حلاً تقنيًا منخفض التكلفة مقارنة بالأنظمة الأخرى المتاحة في السوق، مع الحفاظ على مستوى عالٍ من الكفاءة والاعتمادية في جميع الوظائف الأساسية.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

14- التوصيات

استنادًا إلى نتائج الاختبارات العملية للنظام المقترح، يمكن تقديم مجموعة من التوصيات العلمية والعملية لتعزيز فاعلية النظام وتوسيع نطاق تطبيقه:

1- تطوير قاعدة بيانات مخصصة: توسيع قاعدة البيانات الخاصة بالنظام لتشمل المزيد من الكائنات المحلية والأشياء اليومية المستخدمة في البيئة المحيطة بالمستخدمين، لتعزيز دقة التعرف البصري.

2- تحسين تقنيات الرؤية الحاسوبية: استخدام خوارزميات تعلم عميق أكثر تقدمًا، مثل YOLOv8 أوEfficientDet ، لتحسين سرعة ودقة التعرف على الأشياء في الزمن الحقيقي، وخاصة في البيئات المعقدة أو منخفضة الإضاءة.

3- تطوير واجهة صوتية متعددة اللغات: إضافة دعم لغات أخرى إلى جانب اللغة العربية، لتوسيع استخدام النظام دوليًا أو للمستخدمين ثنائيي اللغة، مع الحفاظ على وضوح الإشارات الصوتية.

4- تعزيز آلية الطوارئ : دمج إمكانية الاتصال الصوتي أو المكالمات الطارئة تلقائيًا إلى أفراد العائلة أو خدمات الطوارئ، بجانب الرسائل النصية لتوفير خيارات أوسع عند الحاجة.

5- تقليل استهلاك الطاقة : تحسين إدارة الطاقة للنظام باستخدام تقنيات الاستعداد الذكي (Sleep Mode) والتشغيل المتقطع للوحدات المختلفة، لضمان زيادة عمر البطارية أثناء الاستخدام اليومي الطويل.

6- تصغير حجم النظام وزيادة قابلية الارتداء :العمل على تصميم مدمج وخفيف الوزن لجميع المكونات، بما في ذلك الكاميرا ووحدة المعالجة والسماعات، لتسهيل حمل النظام وارتدائه لفترات طويلة دون إزعاج المستخدم.

8- إجراء اختبارات ميدانية واسعة النطاق :تطبيق النظام في بيئات حقيقية متنوعة (داخلية وخارجية، حضرية وريفية) مع مشاركة عدد أكبر من المستخدمين، لتقييم موثوقيته وأداءه تحت ظروف مختلفة.

9- إمكانية التكامل مع تطبيقات الهواتف الذكية :تطوير تطبيق مرافق للنظام على الهواتف الذكية لعرض إشعارات النظام، تسجيل مواقع الطوارئ، وتوفير تعليمات إضافية للمستخدم أو لمقدمي الرعاية، مما يزيد من كفاءة النظام وسهولة استخدامه.

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

المراجع

[1] Tapu, R., Mocanu, B., & Zaharia, T. (2017). *Deep-See: A mobile application for assisting visually impaired persons using deep learning.* IEEE International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW).

[2] Bousbia-Salah, M., Bettayeb, M., & Larbi, A. (2011). *A navigation aid for blind people.* Journal of Intelligent & Robotic Systems, 64(3–4), 387–400.

[3] Sathya, R., & Abraham, A. (2013). *Intelligent system for visually impaired people using computer vision* International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA).

[4] Zhang, X., Tian, Y., Arditi, A., & Yang, X. (2016). *Object detection and classification for assistive navigation of visually impaired.* Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW).

[5]- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016).
You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection.
Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 779–788**..**

[6]- Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). *YOLOv3: An Incremental Improvement.*
arXiv preprint arXiv:1804.02767.

[7]- Lin, T. Y., Maire, M., Belongie, S., Hays, J., Perona, P., Ramanan, D., Dollár, P., & Zitnick, C. L. (2014).
Microsoft COCO: Common Objects in Context
Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV).

[8] Jetson Nano Developer Kit Documentation. (2019).
Deep Learning Inference on NVIDIA Jetson Platform. NVIDIA Developer Documentation

[9] Khan, S., Nazir, S., & Khan, H. U. (2021). *Analysis of Navigation Assistants for Blind and Visually Impaired People: A Systematic Review.* IEEE Access**,** 9, 26712–26734.

[10] Devi, S. K., et al. (2021). *Deep Learning Based Audio Assistive System for Visually Impaired.* Journal of Visual Communication and Image Representation

[11] Bousbia-Salah, M., Bettayeb, M., & Larbi, A. (2011). *A Navigation Aid for Blind People* Journal of Intelligent & Robotic Systems, 64(3–4), 387–400**.** [12] Taylor, P. (2009). *Text-to-Speech Synthesis.*Cambridge University Press

[13] Lee, J., & Lee, K. (2017). *Implementation of Embedded Vision System Using Camera Modules for Real-*

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Time Image Processing.
International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA).
[14] Banzi, M., & Shiloh, M. (2014). *Getting Started with Arduino (3rd Edition).*
O'Reilly Media**.** [15] Mukherjee, A., & Biswas, P. (2015). *GPS-GSM Based Vehicle Tracking System Using Microcontroller.* International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA).

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **AJAPAS** and/or the editor(s). **AJAPAS** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).