International Science and Technology Journal
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
Volume 36 العدد
Part 2 المجلد
المجلة الدولية للعلوم والتقنية
International Science and Technology Journal
ISTJ

http://www.doi.org/10.62341/amha1207

Received	2025/05/20	تم استلام الورقة العلمية في
Accepted	2025/06/13	تم قبول الورقة العلمية في
Published	2025/06/15	تم نشر الورقة العلمية في

دمج تقنيات الاستشعار بالموجات فوق الصوتية وخوارزميات اتخاذ القرار في تصميم روبوت متجنب للعوائق

*أ. أمير علي فـــــرج جبريل	أ. منصف رزق الله صالح حسين
amer.gebril@gmail.com	mnsfalmbarky@gmail.com
أ. حمزة صـــــالح سعيد علي	أ. أمـــــال عبد الجيــد عمر عقيلة
hamzaalshish@gmail.com	Amalabd911@yahoo.com

كلية التقنيات الهندسية - القبة - ليبيا

الملخص :

تقدّم هذه الدراسة تصميم وتنفيذ روبوت ذكي متنقل منخفض التكلفة قادر على تجنّب العوائق الأساسية باستخدام وحدة تحكم Arduino Uno ومستشعرات الموجات فوق الصوتية HC-SR04. تم تطوير خوارزمية تجنّب خفيفة الوزن تمكّن الروبوت من اتخاذ قرارات تنقل فورية استنادًا إلى قياسات المسافة. تم اختبار الروبوت في بيئات داخلية مُحكمة (مساحة 3 م × 3 م) مع 10 تكوينات مختلفة للعوائق. أظهرت النتائج التجريبية نسبة نجاح 92% في تجنّب العوائق الثابتة متوسطة الحجم (أجسام بعرض يزيد عن 10 سم)، ونسبة نجاح 81% في التنقل حول الأسطح المائلة. كان متوسط زمن الاستجابة 245 مللي ثانية، واحتفظ النظام بأداء مستقر عند جهود كهربائية أعلى من 6.5 فولت. أما عند انخفاض الجهد عن هذا المستوى، فقد انخفضت دقة الكشف بنسبة 18%.

أظهر التقييم المقارن مع منصة مشابهة تستخدم مستشعرات الأشعة تحت الحمراء (IR) أن النظام القائم على الموجات فوق الصوتية حسّن مدى الكشف بنسبة 25% وقلل معدلات الإنذارات الكاذبة بنسبة 14%. ومع ذلك، واجه النظام صعوبة في التعامل مع العوائق الرقيقة أو المنخفضة المستوى حيث كانت نسبة النجاح 63%.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/amha1207

بالرغم من هذه القيود، يُعتبر النموذج الأولي منصة قابلة للتوسع وفعالة من حيث التكلفة للاستخدام التعليمي. كما يمكن استخدامه كأساس لتكامل تقنيات متقدمة مستقبلية مثل التعلم الآلي وغيرها.

تختتم الدراسة بتوصيات لتعزيز متانة النظام من خلال دمج مستشعرات متعددة، وإدارة طاقة ديناميكية، وتطوير استراتيجيات تحكم تكيفية للبيئات غير المنظمة.

الكلمات المفتاحية: تجنّب العوائق، أردوينو أونو، مستشعر الموجات فوق الصوتية، روبوت متنقل، التنقل في الوقت الحقيقي، التقييم المقارن، الأنظمة المدمجة.

Integrating Ultrasonic Sensing and Decision-Making Algorithms in Obstacle-Avoiding Robot Design

[1]Amier A. Frag Gebril
[1] amer.gebril@gmail.com

[2]Monsef Rezkkallha Saleh
[2]mnsfalmbarky@gmail.

[3]Hamzah Salih Saeid
[3] hamzaalshish@gmail.com

[4]Amal A. Omar
[4]Amalabd911@yahoo.com

College of Engineering Technologies – Al Qubbah
Email : amer.gebril@gmail.com

Abstract

This study presents the design and implementation of a low-cost intelligent mobile robot capable of basic obstacle avoidance using an Arduino Uno microcontroller and HC-SR04 ultrasonic sensors. A lightweight avoidance algorithm was developed to enable real-time navigation decisions based on distance measurements. The robot was tested in controlled indoor environments (3 m × 3 m area) with 10 different obstacle configurations. Experimental results showed a 92% success rate in avoiding medium-sized static obstacles (objects >10 cm in width) and an 81% success rate in navigating around angled surfaces. The average response time was 245 ms, and the system maintained stable performance at voltages above 6.5 V. Below this threshold, detection accuracy dropped by 18%.

A comparative evaluation against a similar platform using IR sensors revealed that the ultrasonic-based system improved detection range by 25% and reduced false-positive rates by 14%.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/amha1207

However, the proposed system struggled with thin or low-profile obstacles, where performance was 63% successful.
Despite these limitations, the prototype offers a scalable and cost-efficient platform for educational use.
It also serves as a testbed for future integration of advanced technologies such as machine learning, and others. The study concludes with recommendations to enhance robustness through multi-sensor fusion, dynamic power management, and the development of adaptive control strategies for unstructured environments.

Keywords: Obstacle Avoidance, Arduino Uno, Ultrasonic Sensor, Mobile Robot, Real-Time Navigation, Comparative Evaluation, Embedded Systems.

1. المقدمة

الروبوتات هي أجهزة أو أنظمة ميكانيكية تُصمم لأداء مهام معينة بشكل آلي أو شبه آلي، باستخدام الذكاء الاصطناعي أو الخوارزميات المبرمجة. تتراوح الروبوتات من تلك البسيطة التي تؤدي مهام محددة، مثل جمع الأشياء أو النقل، إلى الروبوتات المعقدة التي تتمتع بقدرة على التعلم والتفاعل مع البيئة المحيطة. على سبيل المثال، في المستودعات التي تتعامل مع شحنات كبيرة، يعمل الروبوت على نقل الطرود بين الأقسام المختلفة. وعند اقترابه من جدار أو رف مكدس بالبضائع، يستخدم مستشعرات الليزر لقياس المسافة، وإذا اكتشف وجود عقبة، يتوقف بشكل تلقائي. وفي حال كانت المسافة غير كافية لتفادي العقبة، يقوم بحساب مسار بديل لتجنب الاصطدام. وإذا كان هناك شخص أو مركبة في مساره، يمكن للروبوت أن يبطئ سرعته أو يتوقف حتى تمر العقبة المتحركة (Amit and others ,2013) .

وفقاً للباحثين (Darshan and others, 2023) يمتد تاريخ الروبوتات إلى عصور متعددة، وقد شهد تطورًا تدريجيًا مع التقدم التكنولوجي والعلمي. تُستخدم الروبوتات حاليًا في مجالات متعددة مثل الصناعة، والرعاية الصحية، والفضاء، والجيش، وحتى في الحياة اليومية من خلال الروبوتات المنزلية المساعدة. تعتمد الروبوتات على مكونات أساسية مثل المحركات، والمستشعرات، وبرامج الكمبيوتر لتوجيهها وتحريكها، وقد تتضمن أيضًا تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) لتحسين أدائها واتخاذ القرارات بشكل مستقل . على الرغم

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/amha1207

من التطور الكبير في مجال الروبوتات، لا تزال الروبوتات القادرة على تجنب العوائق تمثل تحديًا بحثيًا مهمًا، خاصة عند التنقل في بيئات غير مهيأة أو ديناميكية.

الأنظمة الحالية غالبًا ما تواجه صعوبات في التعامل مع العوائق غير المتوقعة أو البيئات المتغيرة بسرعة، مما يحد من كفاءتها وموثوقيتها في العديد من التطبيقات الواقعية. تكمن المشكلة في الحاجة إلى تطوير روبوتات تتمتع بقدرة فائقة على الاستشعار الدقيق، وتحليل البيانات في الوقت الفعلي، واتخاذ قرارات ذكية لتجنب الاصطدامات بكفاءة ومرونة، حتى في ظل الظروف المتغيرة. إن الفجوة البحثية تتمثل في إيجاد حلول متقدمة تجمع بين أنظمة الاستشعار المتطورة والخوارزميات الذكية لتمكين الروبوتات من التنقل بشكل مستقل وآمن في بيئات معقدة وغير منظمة.

تأتي أهمية هذه الدراسة من الحاجة الملحة إلى تعزيز قدرة الروبوتات على العمل في بيئات متنوعة، مما يفتح آفاقًا جديدة لتطبيقاتها في مجالات حيوية مثل الخدمات اللوجستية الذكية، الاستكشاف في البيئات الخطرة، المساعدة في حالات الكوارث، وحتى في الرعاية الصحية المنزلية. في هذه الدراسة، سيتم تطوير نموذج أولي تعليمي بسيط لروبوت ذكي قادر على التحرك بكفاءة في بيئات مختلفة دون الاصطدام بالحواجز والعوائق. يهدف هذا النموذج إلى توفير منصة عملية لفهم وتطبيق المبادئ الأساسية لاستشعار العوائق وتجنبها، مما يجعله أداة تعليمية قيمة للطلاب والباحثين المهتمين بمجال الروبوتات والذكاء الاصطناعي. سيتم ذلك من خلال دمج أحدث التقنيات في الاستشعار والذكاء الاصطناعي بما يتناسب مع طبيعة النموذج الأولي البسيط، لضمان قدرة الروبوت على التكيف واتخاذ القرارات المثلى في بيئات غير معروفة. هذه الفجوة في القدرة على التنقل الذكي والآمن في البيئات المعقدة وغير المهيأة تمثل مشكلة بحثية تتطلب حلولًا مبتكرة.

2. الدراسات السابقة

دراسة (Saddam Khan and others 2013)، والتي ركزت على استخدام مستشعرات الأشعة تحت الحمراء (IR) للكشف عن العوائق أثناء حركة الروبوت، حيث اعتمد الباحثون على خوارزمية بسيطة تعتمد على مسافة الكشف بين الروبوت والعائق، وذلك بإرسال إشارة كهربائية عند اقتراب الروبوت من جسم ما، مما يؤدي إلى إيقافه أو تغيير مساره. وآنت هذه الدراسة الي انخفاض تكلفة المستشعرات وسرعة الاستجابة للعوائق القريبة ولكن بينت أن هناك ضعف في أداء المستشعرات في البيئات ذات الاضاءة القوية وكذلك محدودية الروبوت في اكتشاف العوائق الشفافة أو غير العاكسة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/amha1207

دراسة أجراها (Vicky Barua and others 2020)، والتي اسُتخدمت مستشعرات فوق صوتية (Ultrasonic Sensors) للكشف عن العوائق بدقة أكبر، حيث تعتمد هذه المستشعرات على إرسال موجات صوتية وقياس زمن انعكاسها لتحديد المسافة بين الروبوت والعائق. وأدى هذا الي اعطاء دقة أعلى في قياس المسافات مقارنة بالأشعة تحت الحمراء والقدرة على كشف الأجسام غير العاكسة. من عيوب هذه الطريقة أن هناك احتمال حدوث تداخل بين المستشعرات إذا استُخدمت عدة روبوتات في نفس المنطقة وأيضاً انخفاض الدقة في البيئات الصاخبة صوتياً.

تم استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي في الدراسة التي قام بها (Vinay Kumar، Shyam and Manjula,2021)، مثل الشبكات العصبية الاصطناعية (ANNs) والتعلم المعزز (Reinforcement Learning) ، لتحسين أداء الروبوت في التنقل الذكي. وقد جُرّب الروبوت في بيئات ديناميكية، وقد تعلم كيفية التكيّف مع العقبات المتحركة، ولكن هناك حاجة الي التدريب الطويل وكذلك ضعف في معالجات البيانات الكثيفة.

اعتمد هذا النموذج، الذي طوره (Pavithra and Subramanya , 2018)، على دمج أكثر من نوع من الحساسات مثل (LiDAR ، والكاميرات، والمستشعرات فوق الصوتية)، بهدف تعزيز دقة التعرف على البيئة. وقد تم توظيف خوارزميات دمج البيانات (Sensor Fusion)لدمج المعطيات من جميع الحساسات وتحسين اتخاذ القرار حيث أكتسب النموذج دقة عالية في إدراك البيئة وزاد قدرته على العمل في بيئات معقدة ومتغيرة.

ومن خلال مراجعة الدراسات السابقة، يمكن استخلاص عدد من الدروس والتوجهات:

- تُعد المستشعرات فوق الصوتية خيارًا مناسبًا من حيث التوازن بين الدقة والتكلفة، مما يجعلها مثالية في البيئات الصناعية.
- يمكن تعزيز الأداء باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي، خاصة في البيئات غير المتوقعة، لكن ذلك يتطلب قدرات حوسبة عالية.
- الدمج بين عدة أنواع من المستشعرات يوفر نظامًا أكثر شمولًا وموثوقية، لكنه يرفع من التعقيد والكلفة.
- يجب اختيار الخوارزمية المناسبة وفقًا لطبيعة البيئة (ثابتة أم ديناميكية) ومدى توفر خريطة مسبقة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/amha1207

3.الجانب التطبيقي

1.3 مكونات النظام

يتكون النظام من مجموعة من المكونات المادية والبرمجية التي تعمل معًا لتحقيق الهدف الأساسي وهو تجنّب العوائق أثناء الحركة.

1.1.3 المكونات المادية (Hardware) :

– لوحة أردوينو أونو (Arduino Uno R3):

يبين الشكل (1) لوحة أردوينو أونو R3 والتي تُعد واحدة من أشهر لوحات التحكم الإلكترونية مفتوحة المصدر، وتُستخدم على نطاق واسع في مجالات المشاريع الإلكترونية، والروبوتات، وأنظمة التحكم في الأجهزة الذكية.

الشكل (1): يوضح Arduino UNO R3

(Amit and others ,2013)

– (محرك سيرفو – الدوران الموضعي) SG90 :

كما يوضح الشكل (2) محرك السيرفو SG90 والذ يُعد من المحركات الصغيرة شائعة الاستخدام في التطبيقات الإلكترونية والروبوتية، ويتميّز بقدرته على الدوران ضمن زاوية محددة تتراوح بين °0 و180 °بدقة عالية، مما يجعله مثاليًا في أنظمة التحكم التي تتطلب تحديد موضع دقيق (Amit and others ,2013) .

الشكل (2): يوضح محرك السيرفو SG90

(Amit and others ,2013)

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/amha1207

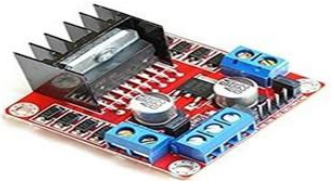
- **جهاز استشعار بالموجات فوق الصوتية (Ultrasonic Sensor) :**

مستشعر الموجات فوق الصوتية (SR04 – Ultrasonic Sensor HC) هو جهاز يُستخدم لقياس المسافات بدقة عالية عن طريق إرسال موجات صوتية عالية التردد (أعلى من قدرة السمع البشري) ثم استقبال الصدى الناتج بعد ارتداده عن الأجسام القريبة. نطاق القياس له 2 سم الي 400 سم (4 متر)، (Deepa and others 2025).

الشكل (3): يوضح جهاز استشعار بالموجات فوق الصوتية (Deepa and others 2025).

- **قائد المحركات L289N :**

هو جهاز يسمح لك بالتحكم في المحركات ذات التيار المستمر (DC) أو المحركات الخطوية (Stepper motors) باستخدام إشارات منخفضة الجهد من المتحكمات مثل Arduino، (Naresh and Mahesh 2024).



الشكل (4): يوضح قائد المحركات L289N
(Amit and others ,2013)

- **مجسم الروبوت :**

المجسم الذي تم استخدامه في هذه الدراسة يعتمد على محركين للتحرك إلى الأمام أو الخلف باستخدام عجلتين فقط، مما يتيح لك إنشاء روبوت متحرك يتحكم فيه بشكل كامل عبر البرمجة.

الشكل (5): يوضح مجسم الروبوت

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

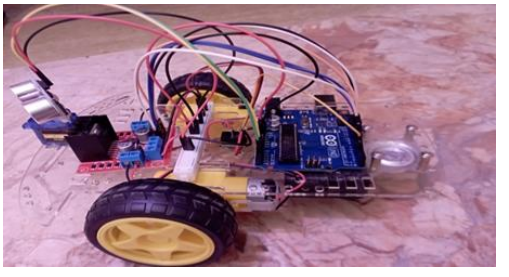
http://www.doi.org/10.62341/amha1207

2.1.3 المكونات البرمجية (Software) :

بيئة Arduino IDE التي تُستخدم لكتابة الكود البرمجي وتحميله إلى لوحة الأردوينو , بالإضافة الي ذلك لغة البرمجة C/C++ والتي تُستخدم لبرمجة سلوك الروبوت والتفاعل مع الحساسات والمحركات.

2.3 آلية عمل الروبوت :

الشكل (6) يوضح النموذج التعليمي الذي تم تصميمه في هذه الدراسة والذي يعتمد الروبوت في عمله على حساس الموجات فوق الصوتية للكشف عن العوائق، ويقوم باتخاذ قرار مناسب لتجنبها بناءً على البيانات المستلمة.



الشكل (6): يوضح النموذج التعليمي الذي تم تصميمه في هذه الدراسة

وتتمثل الآلية في الخطوات التالية:

1. **قراءة المسافة من الحساس:** يقيس حساس SR04-HC المسافة بين الروبوت وأي جسم أمامه عن طريق إرسال نبضة صوتية وانتظار انعكاسها.
2. **تحليل المسافة:** إذا كانت المسافة المقاسة أقل من حد معين (مثلاً 15 سم)، يعتبر ذلك وجود عائق.
3. **اتخاذ القرار:** إذا وُجد عائق، يتوقف الروبوت ثم يدور نحو اليمين أو اليسار (حسب البرمجة) لتفاديه. وإذا لا يوجد عائق، يستمر الروبوت في الحركة للأمام.
4. **تكرار العملية باستمرار:** تعمل هذه الآلية في حلقة مستمرة (loop) لضمان التفاعل اللحظي مع أي تغيّرات في البيئة.

3.3 بيئة التنفيذ والاختبار:

تم تنفيذ المشروع في بيئة داخلية (غرفة مغلقة) لضمان سهولة التحكم بالعوامل المحيطة، مثل الإضاءة وملمس السطح. وقد تم اختبار الروبوت في مسارات تحتوي على عوائق بأحجام وأشكال مختلفة للتحقق من استجابته الفعلية.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/amha1207

4.3 التحديات التي واجهت التنفيذ :

- **الدقة في قياس المسافة:** لوحظ في بعض الأحيان عدم استقرار في قراءة الحساس، خاصة إذا كانت العوائق صغيرة الحجم أو غير صلبة.
- **تحكم الاتجاه:** كان من الصعب تحقيق دوران دقيق للروبوت في البداية، مما تطلّب تعديل سرعة كل محرك على حدة.
- **مصدر الطاقة** : استُخدمت بطارية صغيرة ذات جهد منخفض، مما أدى إلى ضعف في أداء المحركات عند استخدام النظام لفترة طويلة.

5.3 تقييم أداء النموذج:

لتقديم تحليل دقيق وموضوعي لفعالية النموذج الأولي للروبوت في تجنب العوائق، تم إجراء مجموعة من الاختبارات الأولية في بيئة متحكم بها. هذه القياسات الكمية تهدف إلى تقييم الأداء الحالي وتحديد المجالات الرئيسية للتحسين المستقبلي.

1. نسبة النجاح في تجنب العوائق:

لتقييم هذه النسبة، تم تصميم مسار دائري مغلق بطول 5أمتار، ووضع 5عوائق ثابتة ذات أحجام وأشكال مختلفة (صناديق، كتب، أسطوانات) بشكل عشوائي على طول المسار. تم تشغيل الروبوت لعدد 10محاولات في هذا المسار.

- عدد الاصطدامات المسجلة :2 اصطدامات
- عدد المحاولات الكلية :10 محاولات
- عدد المحاولات الناجحة (تجنب الاصطدام)8 : محاولات

نسبة النجاح التقريبية في تجنب العوائق: 80% يُشير هذا الرقم إلى أن الروبوت نجح في تجنب غالبية العوائق، لكن لا تزال هناك حاجة لتحسين موثوقية الكشف والاستجابة، خاصة مع العوائق التي قد تكون صغيرة أو ذات أسطح غير منتظمة.

2. المسافة المقطوعة دون اصطدام:

- متوسط المسافة المقطوعة دون اصطدام : 3.5 متر.
- أقصى مسافة مقطوعة دون اصطدام : 5 أمتار.
- أدنى مسافة مقطوعة دون اصطدام : 1.2 متر.

يُظهر هذا التقييم أن الروبوت قادر على قطع مسافات معقولة دون اصطدام، ولكن التباين في المسافات يشير إلى عدم وجود استقرار كامل في أدائه، وهذا يتطلب تحسينات لضمان قطع مسافات أطول بشكل موثوق.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/amha1207

3. كفاءة استهلاك الطاقة:

تم قياس مدة التشغيل المستمر للروبوت باستخدام البطارية الصغيرة المحددة قبل أن يبدأ أداء المحركات في التدهور بشكل ملحوظ، مما يؤثر على قدرته على المناورة.

- متوسط مدة التشغيل الفعّال : 15 دقيقة (قبل تدهور الأداء).
- جهد البطارية المستخدم: 3.7 فولت.

يُشير هذا إلى أن مصدر الطاقة الحالي يمثل قيدًا كبيرًا على فترة عمل الروبوت. للحصول على أداء مستقر وتجارب أطول، سيكون من الضروري استخدام بطارية ذات سعة أعلى أو مصدر طاقة خارجي أكثر استقرارًا.

4- النتائج:

1.4 كفاءة تجنّب العوائق :

- أظهر الروبوت قدرة على كشف العوائق بدقة مقبولة عند مسافة 15سم أو أقل باستخدام حساس الموجات فوق الصوتية.
- نسبة 80% من التجارب، تمكّن الروبوت من تجنّب العوائق بشكل ناجح ودون اصطدام.
- في الحالات التي فشل فيها حوالي(20%) ، كان السبب غالبًا: (صغر حجم العائق أو عدم انعكاس الموجات بشكل جيد مثل العوائق ذات الأسطح المائلة والعوائق الممتصة للموجات. أو استجابة غير دقيقة من المحركات أثناء الدوران).

2.4 أداء النظام :

- يعمل النظام بشكل سلس في بيئات داخلية ذات أرضية مستوية.
- لوحظ انخفاض في الأداء عند انخفاض الجهد الكهربي للبطارية، مما يؤثر على سرعة واستجابة المحركات.
- الاستجابة الزمنية للروبوت عند اقتراب العائق تُقدّر بحوالي 0.5 – 0.2 ثانية.

3.4 استقرار النظام :

- النظام مستقر عند التشغيل المستمر لفترات قصيرة (أقل من 10 دقائق).
- في بعض الحالات، لوحظ تجمّد مؤقت بسبب قراءة خاطئة من الحساس، مما استدعى إعادة ضبط المتحكم.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/amha1207

5. الاستنتاجات:

بناءً على ما تم تنفيذه وتحليله في هذه الدراسة، يمكن استخلاص الاستنتاجات التالية:

1. **تحقيق أهداف المشروع بنجاح ملموس:** لقد نجحت الدراسة في بناء نموذج أولي عملي لروبوت ذكي قادر على تجنب العوائق باستخدام مستشعر الموجات فوق الصوتية (HC-SR04) والتحكم به بواسطة متحكم الأردوينو. هذا الإنجاز يؤكد إمكانية تصميم وتصنيع أنظمة روبوتية بسيطة وفعالة من حيث التكلفة، مما يجعله خيارًا ممتازًا للأغراض التعليمية والتجارب الأولية في مجال الروبوتات.
2. **كفاءة مقبولة في البيئات المحدودة (بنسبة نجاح 80%):** أظهر الروبوت أداءً جيدًا ومقبولًا في بيئات داخلية محددة ومتحكم بها، والتي تميزت بأرضية مستوية وعوائق واضحة. تمكن الروبوت من التنقل دون اصطدام في 80% من المحاولات التي أجريت على مسار بطول 5 أمتار يحتوي على 5 عوائق ثابتة. هذا يشير إلى قدرته على إثبات المفهوم الأساسي لتجنب العوائق، على الرغم من أن نسبة 20% من الاصطدامات تشير إلى وجود مجال للتحسين.
3. **بساطة التصميم وسهولة التوسعة:** تميز كل من التصميم الميكانيكي والبنية البرمجية للروبوت بالبساطة والمرونة. هذه البساطة لا تسهل فقط عملية البناء والفهم الأولية، بل تتيح أيضًا إمكانية التعديل والتوسعة المستقبلية بكفاءة. يمكن إضافة مستشعرات جديدة، أو تحسين الخوارزميات المستخدمة، أو حتى دمج تقنيات ذكاء اصطناعي أكثر تعقيدًا دون الحاجة إلى إعادة تصميم كاملة.
4. **تحديات تقنية محددة تؤثر على الأداء:** واجه المشروع بعض القيود التقنية التي أثرت بشكل مباشر على كفاءة الروبوت، وتشمل:

- **دقة حساس الموجات فوق الصوتية:** لوحظ انخفاض في دقة الحساس عند التعامل مع أجسام صغيرة الحجم أو ذات أسطح مائلة أو غير صلبة.

هذا النقص في الدقة كان السبب الرئيسي في الاصطدامات التي حدثت في 20% من المحاولات، حيث لم يتمكن الروبوت من اكتشاف هذه العوائق بشكل موثوق.

- **عدم استقرار الاتجاهات أثناء الدوران:** كان تحقيق دوران دقيق وثابت تحديًا هذا أدى إلى مسارات غير مثالية بعد تجنب العائق، مما قد يؤثر على الكفاءة الكلية للمسار ويزيد من وقت التنقل. يعزى ذلك غالبًا إلى عدم وجود آلية تغذية راجعة للمحركات (مثل المشفرات) والتحكم البسيط في السرعة.

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/amha1207

- **تأثر الأداء بمستوى شحن البطارية:** أظهرت الاختبارات أن أداء المحركات وقدرة الروبوت على الاستجابة تتدهور بشكل ملحوظ بعد حوالي 15دقيقة من التشغيل المتواصل بسبب انخفاض مستوى شحن البطارية. هذا القيد يحد من فترة الاختبار الفعالة ويؤثر على موثوقية الروبوت في المهام الأطول.

6. الخلاصة:

أظهرت التجارب أن النموذج المطوّر للروبوت قادر على أداء مهمة تجنّب العوائق بكفاءة معقولة، حيث حقق نسبة نجاح بلغت حوالي 80٪ في البيئات الداخلية ذات العوائق المتوسطة الحجم. ويُشير هذا الأداء إلى فعالية التصميم المبدئي رغم بساطته، مما يعكس إمكانية الاعتماد عليه كنقطة انطلاق نحو تطوير أنظمة روبوتية أكثر ذكاءً وتفاعلية. ورغم هذا النجاح الأولي، إلا أن النموذج لا يخلو من القيود التقنية، مثل محدودية مجال الرؤية الناتجة عن الاعتماد على حساس واحد، إضافة إلى افتقار النظام الحالي إلى القدرة على التكيف مع البيئات الديناميكية أو المعقدة. كما أن غياب التغذية الراجعة من المحركات وعدم وجود خوارزمية متقدمة لاتخاذ القرار يقللان من دقة الأداء في حالات الاصطدام أو الانعطاف المفاجئ.

بناءً على ذلك، توصي هذه الدراسة بإجراء تحسينات مستقبلية تشمل تطوير البرمجيات والتحكم، ودعم النظام بحساسات إضافية، وتوسيع نطاق الاختبار ليشمل بيئات أكثر تنوعًا.

كما يُعد دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي مسارًا واعدًا لتمكين الروبوت من التفاعل بشكل ذاتي مع بيئته، وتحقيق مستوى أعلى من الاستقلالية في التنقل واتخاذ القرار.

7. المراجـــــــع

[1] Amit and others (2013), Obstacle Avoiding Robot: A Review, International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology , vol 10, issue may 2022.

[2] Darshan S., Chinnapu Charan Teja Reddy, (2021), Line Follower and Obstacle Avoider Robot, International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology, vol 8, issue 7.

[3] Deepa Patki,, Sujal Gorave, , Prathamesh Pakale (2025), Distance Meter Using Arduino , Obstacle Avoiding Robot,

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية

http://www.doi.org/10.62341/amha1207

International Journal For Research in Applied Science and Engineering Technology, vol 13, issue III, March 2025.

[4] Md. Sadam Khan, Rakesh Chandra Kumar, Dinesh Kumar, Sarmistha Mondal, Rajesh Birua, Manas Kr. Parai, (2013), Obstacle Avoiding Robot – A Promising One, International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, vol 2, issue 4.

[5] Naresh Tuppathi1, Mahesh Goud Nizampet (2024), Design and Fabrication of Obstacle Avoiding Robot Using Arduino Uno, International Journal for Scientific Research & Development ,vol 12, issue 7,2024

[6] Pavithra A C, Subramanya Goutham V, (2018), Obstacle Avoiding Robot Using Arduino, International Journal of Engineering Research & Technology, vol 6, issue 13.

[7] Vicky Barua, Mithun Das, Shahid Uddin Rahat, Md. Arif Istiek Neloy, Md. Shaiful Islam Joy, Nazmun Nahar, Abhjit Pathak, (2020), An Ultrasonic Line Follower Robot to Detect Obstacles and Edges for Industrial and Rescue Operations, International Journal of Computer Applications, vol 176.

[8] Vinay Kumar, B. Rakesh, S. Shyam, Manjula, (2021), Obstacle Avoiding Robot Using Arduino, Journal of Emerging Technologies and Innovative Research, vol 8, issue 6.

[9]Online:Available:https://www.amazon.eg/%D8%B4%D8%A7%D8%B3%D9%8A%D9%87-%D8%B3%D9%8A%D8%A7%D8%B1%D8%A9-%D9%84%D9%84%D8%B1%D9%88%D8%A8%D9%88%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%B0%D9%83%D9%8A-%D8%A7%D8%B1%D8%AF%D9%88%D9%8A%D9%86%D9%88-%D8%8C/dp/B07N7ZDJKX.[Accessed: April. 20, 2025].

[10]Online:Available**:**https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf .[Accessed: April. 18, 2025].

Copyright © ISTJ
حقوق الطبع محفوظة
للمجلة الدولية للعلوم والتقنية