LJAST
Libyan Journal of Applied Science and Technology
مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

Volume 10 Issue 02
December 2022

نمذجة روبوت متحرك متعدد الوظائف باستخدام الشبكات العصبية والحاسوب

Modeling a multifunctional moving robot using neural networks and a computer

د. علي محمد علي الحربي

المعهد العالي للعلوم والتقنية ، قصر الأخيار، ليبيا

alharbi_72@yahoo.com

ملخص:

مع تطور أبحاث وتقنيات الذكاء الاصطناعي، ومع تطور الإنتاج الصناعي كماً ونوعاً، بالإضافة إلى الاعتماد على الأتمتة الشاملة، أصبحت الروبوتات الصناعية من أهم مكونات خطوط الإنتاج، كما أنها تتطلب جهدا برمجياً كبيراً كي تتعامل مع التوابع غير الخطية وصعوبة التكيف مع الأوساط متعددة التغير، حيث تعتمد الطرق التقليدية لنظام استكشاف الروبوت على قياسات دقيقة ومفصلة للبيئة المحيطة، فإنها عرضة للوقوع في عدم الدقة المكانية لأجهزة الاستشعار ومشغلات الحركة للروبوت، حيث تناولت هذه الدراسة مرجعية تضمنت الروبوتات الصناعية، والشبكات العصبية، وبعض الدراسات السابقة، كما تناولت جزء من أهم تطبيقات وأبحاث الروبوتات الصناعية السيارة فيما يتعلق بالذكاء الاصطناعي، وأيضاً نموذج مقترح لروبوت صناعي متحرك مع تصور لإدارة التحكم من الحاسوب إلى عجلة الروبوت إلى نظام الرؤية المستخدم في الروبوت المتحرك المقترح مع الدارة التفصيلية لنظام الرؤية مع توضيح البرامج المصممة لتحريك الروبوت المقترح خلال هذه الدراسة.

الكلمات الاستهلالية: الذكاء الصناعي، الأتمتة، الاستشعار، الروبوت، البرامج.

Abstract:

With the development of artificial intelligence research and techniques, and with the development of industrial production in quantity and quality, in addition to relying on comprehensive automation, industrial robots have become one of the most important components of production lines. The traditional methods of the robot exploration system depend on accurate and detailed measurements of the surrounding environment, they are subject to spatial inaccuracies of the sensors and actuators of the robot's motion, as this study dealt with a reference that included industrial robots, neural networks, and some previous studies, It also dealt with part of the most important applications and research of car industrial robots in relation to artificial intelligence, as well as a proposed model for a mobile industrial robot with a vision for managing control from the computer to the robot wheel to the vision system used in the proposed mobile robot with the detailed circuit of the vision system with an explanation of the programs designed to move the proposed robot during this study.

1. مقدمة:

تشترك جميع الكائنات الحية في وجود منظومات عصبية تمكنها من التعامل والتفاعل مع البيئة المحيطة بها كما تساعدها في التحكم في العمليات الحيوية اللازمة لاستمرار الحياة لهذه الكائنات، وتختلف المنظومات العصبية من كائن إلى آخر حيث تكون بسيطة التركيب وطبيعة العمل في الكائنات الأولية ذات التركيب الخلوي البسيط ومعقدة التركيب وطبيعة العمل في الكائنات الاكثر علواً مثل الإنسان، ومع تطور الإنتاج الصناعي كما ونوعا بالإضافة إلى الاعتماد على الأتمتة الشاملة، أصبح الروبوت المتحرك محط اهتمام عدد كبير من الباحثين في العالم في السنوات الأخيرة من حيث التصميم الميكانيكي، وتصاميم الجملة الحركية، ونظم القيادة والتحكم الآلي لحركته وتنقله، مع تجهيز وبرمجة أنظمة ملاحته من أجل التعرف البيئي، بما يضمن إمكانية

Copyright © LJAST

حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

تحركه في مختلف اتجاهات المكان لتحقيق المهمات الموكلة إليه بسرعة وأمان دون الاصطدام بأي عوائق على مساره سواء كانت معرفة سابقا أو يمكن أن يصادفها خلال تنقله.

2. مشكلة الدراسة:

تم إجراء الكثير من الدراسات والأبحاث حول الروبوتات التي فشلت ، ولكن بعد الكثير من التصميمات الجيدة والاهتمام الجاد بالعديد من التفاصيل الدقيقة ، نجح المهندسون في توفير أنظمة آلية مختلفة للعديد من الصناعات المتوقعة في المستقبل القريب ، واليوم بسبب ذلك للتطور الهائل في أجهزة الكمبيوتر والذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا والهوس بتطوير برامج الفضاء ، نحن على وشك تحقيق تقدم كبير آخر في علم تصميم الروبوتات ، لذا فإن الروبوت هو مناور قابل لإعادة البرمجة ليمكنه أداء العديد من المهام وهو مخصص لنقل مواد أو أجزاء أو أدوات أو آلات معينة من خلال حركات مبرمجة ومهام مختلفة لأداء عدد من المهام ، وهذا ما جعلنا نقف أمام المشكلة التالية:

- ما هو الروبوت وما هو هيكل أنظمته؟ بدءاً من المشكلة الأولى لنتفرع إلى عدة مشاكل أخرى، وهل سيحدث تغيرا كبيرا في الحياة البشرية ومختلف قطاعاتها؟ إلى الأفضل أم إلى الأسواء؟

3. أهمية الدراسة:

إن الشبكات العصبونية أضحت من أهم مكونات تقنيات الذكاء الاصطناعي حيث أخذت تلعب دورا كبيرا في حل المسائل غير الخطية في نظم التحكم الآلي وخاصة المسائل المعقدة والتي يمكن أن تعجز الطرق التقليدية المعروفة عن إيجاد الحلول المناسبة لها ومنها مسألة التحريك السريع للروبوت في حيز مكاني غير معترف بصورة دقيقة وقابل لمواجهة تغيرات عشوائية على مسار الروبوت وما لأهميتها الاستراتيجية لمواكبة الركب العالمي في التطور العلمي السريع، سوف نقوم بتقديم دراسة لتطبيق وتنفيذ أنظمة الشبكات العصبونية لتحريك وملاحة نظام روبوت صناعي سيار يتم نمذجته رياضياً ومحاكاته حاسوبياً، وذلك بواسطة البرمجة الحاسوبية والاستفادة من الأبحاث العلمية المطروحة عالميا، مع البحث عن الجديد بما يميز هذه الدراسة عن الأبحاث المتداولة.

مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

4. أهداف الدراسة:

وبما أن أنظمة الروبوتات المتحركة هي أنظمة غير خطية بشكل كبير مع مقيدات حركية يصعب التحكم بها بالطرق التقليدية فبالاعتماد على معلومات التحسس ندرب شبكات عصبونية ومتحكمات شبكية عصبونية وهذا الأمر لا يتطلب معالجة مسبقة المعلومات التحسس، كي تتعلم كيف تتعرف على البيئات وتحرك نموذج روبوت حول العوائق بينما يتم أداء أنشطة ملاحة مجردة مستخلصة من مخطط المهمة الإجمالية لاتباع مسار ما، وبالتالي تؤدي الشبكة العصبونية نشاطاً معقداً بتوظيف حساسات ليزرية عالية الدقة والاتجاهية، وتهدف إلى:

- أهداف علمية: وتتضح من خلال الدراسة المتعمقة للروبوتات واستخداماتها في السنوات الأخيرة ونمذجة الروبوت المتحرك ومدى تأثيرها على البشرية سواء بالضرر أو بالإيجاب والثورة التكنولوجية التي انجرت عن تطويرها وادخالها لمجالات عديدة كذلك لمحاولة إثراء البحوث العلمية في هذا الميدان خصوصا لحداثة الموضوع.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

- هدف عملي: نمذجة روبوت متحرك متعدد الوظائف باستخدام الشبكات العصبية والحاسوب والتدرب والتعود على القيام بالبحوث العلمية.

5. منهج الدراسة :

عند القيام بأي دراسة علمية البدء من إتباع خطوات فكرية منظمة وعقلانية هادفة إلى بلوغ نتيجة ما، وذلك بإتباع منهج معين يتناسب وطبيعة الدراسة التي سنتطرق لها، وبذلك فقد عرف المنهج بأنه" :الأسلوب أو الطريقة الواقعية، التي يستعين بها الباحث لمواجهة مشكلة بحثه أو في دراسة لمشكلة موضوع البحث "، فالمنهج إذن هو الطريقة المتبعة للإجابة عن الأسئلة التي تثيرها إشكالية الدراسة، وبما أن دراستنا تتمحور حول: "الروبوتات "، فإنها تنتمي إلى المنهج الوصفي في تجميع وعرض المعلومات المتعلقة بالظاهرة محل الدراسة ومدى استخدام الروبوتات الذكية في الوضع الراهن، ومحاولة رصد آفاق تبني هذه التقنية مستقبلا، والتي اعتمدت على المقابلة الإلكترونية كأداة لذلك [1].

6. الدراسات السابقة:

من المهم جداً لأي باحث أن يطلع على البحث الذي سبق بحثه، لأن معرفته بما تقدم تجنب التكرار، وتمكنه من تجنب أخطاء الآخرين، وهذا قد يسمح له بفهم موضوع بحثه أكثر، ولاختيار الأساليب والإجراءات المنهجية المناسبة لدراسته، بالإضافة إلى أن هذه الدراسات تتضمن قوائم مع المراجع المهمة التي اعتمدت عليها، فهي تساعد الباحث في التعرف على العديد من مراجعه ومصادره، لذلك حاولنا قدر الإمكان الحصول على دراسات سابقة أو مشابهة لهذه الدراسة، وقد أسفر جهدنا هذا على الحصول على بعض الدراسات منها:

- دراسة لشركة اشيكاواجيما للصناعات الثقيلة والتي قامت بتطوير روبوت سيار يتم التحكم به عن بعد يدعى الروبوت Irise2L حيث يبلغ طوله 64 سم وعرضه 55 سم وارتفاعه 5.5 سم ويبلغ وزنه 13.6 كغ، حيث يستطيع ذلك الروبوت التحرك في وعاء الضغط المملوء بالماء داخل المفاعل النووي والذي استخدمت فيه الحساسات فوق الصوتية لاختيار الأجزاء الملحومة في وعاء الضغط من الداخل [2].
- دراسة البروفيسور كوساي من جامعة واسيدا والذي قام بتطوير روبوت يستجيب ويعتمد ويقرر تبعاً لحركة الضوء الذي يراه، حيث يحوي الروبوت على كاميرات CCD تمثل عينيه الاثنتين فهو ينظر حوله ويعبر عن أمور مختلفة باستخدام عينيه التي تتبع مصدر الضوء [3].
- دراسة البروفيسور أوميساكي من جامعة Chubu والذي قام بتطوير روبوتاً سياراً يعمل عمل ممرضه تتبع طبيبها، حيث يستطيع الروبوت اللحاق بسيده بسرعة تصل إلى 6 كم بالساعة ناقلاً بعض الحمولة على الطاولة الواقعة فوقه متبعاً إياه باستخدام كاميرات CCD متعرفاً على شكله، حيث تحدد خطوات الروبوت التي تجنبه العوائق باستخدام الحساسات فوق الصوتية [4].
- دراسة نيكرسون وزملاؤه عن إيجاد فكرة عامة لمشروع روبوت سيار في بيئة معروفة، وكان الهدف من المشروع بناء روبوت سيار قادر على الملاحة في بيئات صناعية معروفة جزئياً، وذلك باستخدام أنواع مختلفة من الحساسات متضمناً كاميرات فيديو ملونة، وكاشفات ليزر للمجال، والحساسات الصوتية تحت الأشعة الحمراء [5].

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

- دراسة بدكوك وزملاؤه والذي قدم فيها عربة روبوت تلقائية تستطيع الملاحة خلال حقل من العوائق غير المعروفة بشكل مبدئي إلى نقطة هدف مسماة أو رسم بيئة عمله نظامياً، فقد استخدم نظام ملاحة نظاماً للتمركز يعتمد على توحيد مرشدة تعمل بالأمواج فوق الصوتية مع عداد المسافات، كما استخدم كاشفات بصرية لرسم الخريطة للبيئة المحيطة وإجرائية لتخطيط المسار والتحكم المستمر بالحركة [6].
- دراسة مارتين أدمز والذي قدم دراستين تحدث في الأولى عن التحكم المتكيف في محركات روبوت سيار لمساعدته على تنفيذ مساره بوجود تغير في محددات نظام التحكم على اعتبار أن أي عربة حقيقية تحث تأثير خوارزمية البحث عن نقطة الهدف سوف يتلازم مع نظام تحكم غير خطي [7]، بينما تحدث في الدارسة الثانية عن السرعة العالية في السعي نحو الهدف وثبات في الروبوت السيار حيث وضع مخطط الدارة المغلقة للتحكم من محدداتها من توابع النقل [8].

7. تطور الروبوت الصناعي:

بمرور الوقت برزت أهمية تقسيم العمل والمواءمة بين الإنسان والآلة، وأجريت العديد من البحوث والدراسات التي تهدف إلى زيادة الإنتاج وتحسينه، ونتيجة للتطور ظهرت ثورة جديدة أطلق عليها الثورة الصناعية، والثورة تنبع من الأتمتة التي تعني الحركة الذاتية للآلات بهدف تحرير الإنسان من العديد من الأعمال الشاقة والمتكررة واستبدالها بالآلات جزئيًا أو كليًا، وبعد الثورة الأولى ركزت على الجهد البشري كمدخلات أساسية لعملية الإنتاج، أصبحت الثورة الثانية توفر الجهد البشري للعمليات الأكثر ملاءمة للطبيعة البشرية في الإبداع والابتكار وأكثر عمليات الإنتاج حيوية وفاعلية، وبالتالي نقلت النشاط البشري إلى مرحلة ما قبل الإنتاج، تاركة مرحلة التنفيذ المباشر، المعالجة اليدوية والتحكم الآلي للجهاز نفسه لإدارة إنتاجه بنفسه، وقد حقق الإنسان ذلك من خلال صنع آلات لديها القدرة على القيام بكل العمل الشاق بكل سرعة وإتقان، وبدأ يشار إلى هذه الأجهزة والآلات والمعدات بالروبوتات [9].

8. نظرة تاريخية عن الروبوتات الصناعية:

وضع الخيال العلمي حافزاً جيداً لبداية تاريخ الروبوت منذ عام 1956، في ذلك الوقت ومن خلال فهم جورج ديفول لأنشطة المصانع وجد أنه من الممكن إدخال التكنولوجيا الجديدة لتطوير الروبوت، فقد حصل على براءة اختراع على نموذج الذراع المبرمجة والمصنعة في عام 1954 سجلت تحت الرقم 2988237 عام 1961 حيث تبع هذا الاختراع بعدد كبير من الاختراعات في نفس المجال مما ساعد في تصنيع أول روبوت صناعي حيث وضع أول روبوت للعمل عام 1959، ونجح تركيب أول روبوت صناعي لآلة صب القوالب المعدنية شوهد في شركة جنرال موتورز سنة 1968 حيث تم تمويل دراسة سميت بمشروع Hindsight حيث كانت تهدف الدراسة إلى تحديد الظروف التي تجعل هذا الابتكار ناجحا وقد وجدت ثلاث أمور ضرورية لنجاحها وهي [10]:

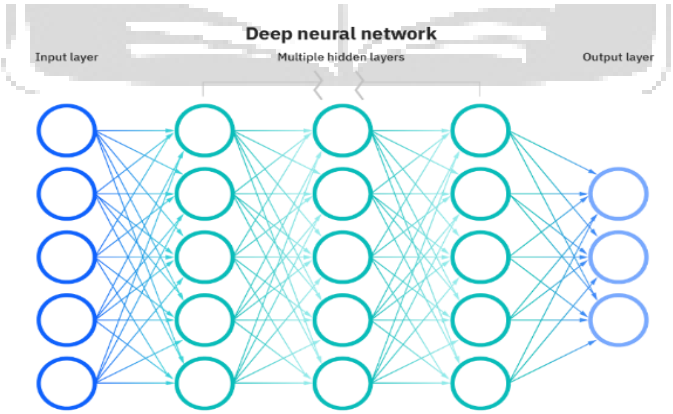
1. وجود إدراك للحاجة للروبوت.
2. توفر التقنية المناسبة وممارسين كفء.
3. وجود دعم مالي مناسب.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

من أجل تسليط الضوء على دور اليابان في تطوير الروبوتات الصناعية، شهدت بداية الستينيات زيادة في عدد الزوار اليابانيين إلى شركة Unimation بوتيرة ملحوظة، وفي عام 1967 تمت دعوة إنغيلبرغر كضيف شرف ومتحدث في طوكيو، وفي نهاية المحاضرة ألقى اليابانيون الأثرياء ثلاث ساعات من الأسئلة بحماس مطلق، وبحلول عام 1971، انتشرت حمى الروبوتات الصناعية في العالم وتم إنشاء أول شركة روبوت في اليابان، وليس في الولايات المتحدة ودعيت بجمعية Japan (JIRA) Industrial Robot Association، وتأسس في أمريكيا عام 1975 معهد الروبوت الأمريكي بعد أن تم عقد مؤتمر سيمبوسيون العلمي الأول للروبوتات الصناعية ISIR في شيكاغو عام 1970 والذي جذب 126 مشاركاً.

9. الشبكات العصبية:

تعكس الشبكات العصبية سلوك العقل البشري، مما يسمح لبرامج الحاسب الآلي بالتعرف على النماذج وحل المشاكل الشائعة في مجالات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق، والشبكات العصبية، والمعروفة أيضا باسم الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN) أو الشبكات العصبية المحاكاة(SNNs) ، هي مجموعة فرعية من التعلم الآلي وتقع في قلب خوارزميات التعلم العميق اسمها وهيكلها مستوحى من الدماغ البشري، حيث أنها تحاكي الطريقة التي ترسل بها الخلايا العصبية البيولوجية الرسائل إلى بعضها البعض، وتتكون الشبكات العصبية الاصطناعية (ANNs) من طبقات من العقد، حيث تحتوي على طبقة للمدخلات، وطبقة مخفية واحدة أو أكثر، وطبقة للمخرجات كل عقدة، أو خلية عصبية اصطناعية، ترتبط بأخرى ويكون لها حمل وحد مرتبطين بها، وإذا كانت مخرجات أي عقدة فردية أعلى من قيمة الحد المحددة، فإنه يتم تفعيل هذه العقدة، وإرسال البيانات إلى الطبقة التالية من الشبكة خلاف ذلك، لن يتم تمرير أي بيانات إلى الطبقة التالية من الشبكة [11].



شكل (1) الشبكة العصبية الاصطناعية (ANNs)

تعتمد الشبكات العصبية على بيانات التدرب لكي تتعلم وتحسن من دقتها بمرور الوقت ومع ذلك، بمجرد ضبط خوارزميات التعلم هذه بدقة، فهي تعد أدوات قوية في علوم الحاسب والذكاء الاصطناعي، مما يسمح لنا بتصنيف البيانات وتجميعها بسرعة عالية، قد تستغرق المهام الخاصة بإمكانية التعرف على الكلام أو إمكانية التعرف على الصور دقائق في مقابل ساعات عند مقارنتها بالتعريف اليدوي من قبل الخبراء البشريين واحدة من أكثر الشبكات العصبية المعروفة هي خوارزمية Google للبحث.

1.9. كيف تعمل الشبكات العصبية؟

فكر في كل عقدة على أنها نموذج انحدار خطي خاص بها، يتكون من بيانات المدخلات والأوزان والميل (أو الحد) والمخرجات ستبدو المعادلة كالتالي:

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

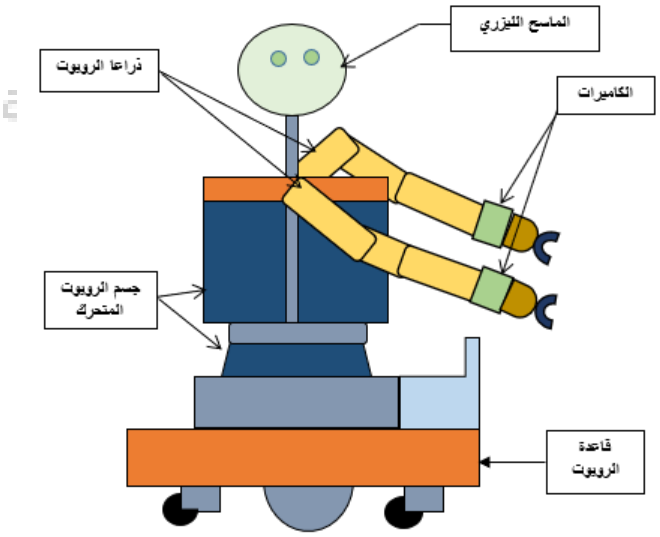
$$\sum_{i=1}^{m} W_i X_i + \text{bias} = W_1X_1 + W_2X_2 + W_3X_3 + \text{bias} \quad (1)$$

$$\text{output} = f(x) = \begin{cases} 1 \text{if } \sum W_1X_1 + b \geq 0 \\ 0 \text{if } \sum W_1X_1 + b < 0 \end{cases} \quad (2)$$

بمجرد تحديد طبقة المدخلات، يتم تخصيص الأوزان، تساعد هذه الأوزان في تحديد أهمية أي متغير تم تحديده، حيث يكون للكبير منها مساهمة أكبر في المخرجات مقارنة بالمدخلات الأخرى، ويتم ضرب كل المدخلات بعد ذلك في أوزان كل منها ثم يتم جمعها بعد ذلك، ويتم تمرير المخرجات من خلال دالة التفعيل التي تقوم بتحديد المخرجات إذا كانت هذه المخرجات تتجاوز الحد المحدد، فإنها تقوم "بإطلاق" (أو بتفعيل) العقدة، وذلك بتمرير البيانات إلى الطبقة التالية في شبكة الاتصال نتيجة لذلك تصبح المخرجات الخاصة بعقدة ما متواجدة في مدخلات العقدة التالية وعملية تمرير البيانات من طبقة إلى الطبقة التالية تضع تعريفا لهذه الشبكة العصبية كشبكة تعتمد على التغذية الأمامية [12].

10. نموذج الروبوت المتحرك المقترح:

يمكن للروبوت المتنقل المقترح أن يأخذ الترتيب الموضح في الشكل (2)، ليتم استخدامه في الصناعة في أماكن داخل الجدران والأبواب، ويمكن لهذا الروبوت أيضاً التحرك داخل مصنع أو معمل، بحيث توفر خريطة للمكان بمقياس رسم محدد، مع تركيب نظام رؤية ضوئي ليزري، والذي يستخدم الليزر كنظام استشعار رئيسي، كما يمكن استخدام تمركز فو الصوتي، أو باستخدام نظام GPS ومن الممكن أيضاً تزويد الروبوت بذراع آلي واحد أو اثنان معاً من أجل التعامل مع قطع العمل واستلامها، ويمكن تجهيز هذه الأذرع بكاميرات CDD للرؤية لتظل الكاميرات في وضع ثابت أثناء الانتقال من مكان إلى آخر بحيث تشارك في ملاحة العمل ثم تقوم بتنفيذ العمل المخصص لها عند الوصول إلى الهدف للتعامل مع قطع العمل والتقاطها وحملها، ويوضح الشكل التالي التصميم المقترح للروبوت المتحرك متعدد الوظائف [4].

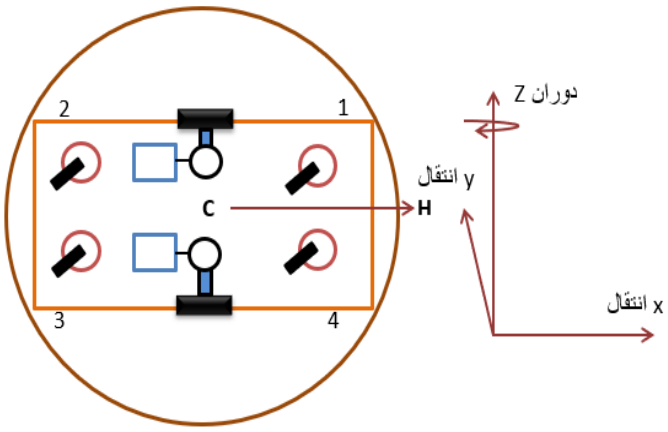


شكل (2) يوضح التصميم المقترح للروبوت المتحرك متعدد الوظائف

يمكن تصنيف الروبوتات السيارة على عجلات إلى نوعين، حيث يدعى النوع الأول بالروبوت السيار ذي العجلات مزود بمحور متحرك مقاد وهو على مبدأ السيارة العادية، ويمتلك هذا النوع عجلتين خلفيتين بمحور ثابت بينما يمتلك عجلة أو اثنتين بمحور

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

متحرك، و يدعى النوع الآخر بالروبوت السيار التفاضلي، والشكل (3) يوضح ذلك، وفي النوع التفاضلي هذا ميزة هامة جدا وهي قابلية هذا النوع على التحرك من خلال اختلاف السرعة بين العجلتين الجانبيتين المتمركزتين على جانبيه حيث يقوم محركان مستقلان بقيادتهما، وبالتالي إمكانية الدوران في المكان مما يعطيه قدرة المناورة العالية، وقدرته على الحركة في ثلاثة محاور مرجعية X,Y&Z فهو قادر على الانتقال في اتجاهين مختلفين على محورين مرجعيين X&Y ، وقادر على الدوران حول محور عمودي على قاعدته Z مما يكسبه ثلاث درجات حرية، نظرا للميزات هذه فقد اخترنا هذا التصميم لكي نبني النموذج المقلد حاسوبياً.



شكل (3) قاعدة حركة الروبوت السيار التفاضلي

11. وصف الروبوت:

من الممكن أن نأخذ نظام محاور عشوائية تحدد حركة الروبوت، نسميها b، ونحدد نظاماً مصاحباً للروبوت، نسميها m بحيث يمكن وصف الروبوت بإحداثيات مركزه P وهي X,Y، وزاوية الاتجاه θ لنظام الإحداثيات للروبوت المنسوب إلى نظام الإحداثيات b مع المبدأ 0، كما هو موضح في الشكل التالي، وعندها يعطى مركز ثقل الروبوت بشعاع ثلاثي:

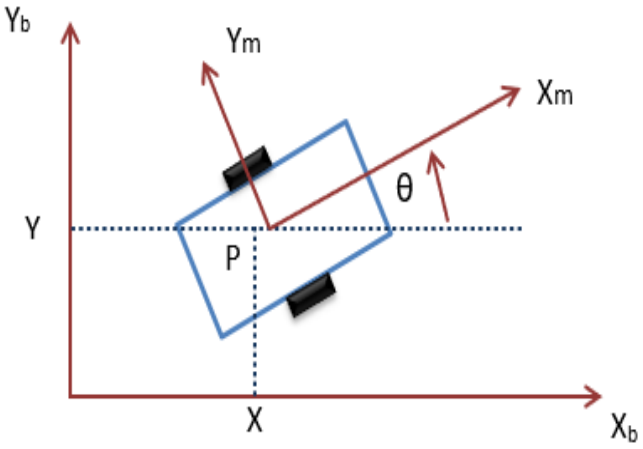
$$\xi = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ \theta \end{bmatrix} \qquad (3)$$

وتعطي مصفوفة الدوران المعبرة عن دوران منظومة المحاور الأصلية بالنسبة إلى محاور الروبوت المتحركة:

$$R(\theta) = \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \qquad (4)$$

هنا نفترض أن سطح كل عجلة من عجلات الروبوت يظل عمودياً على نظام المحاور m وأن العجلة ستدور حول محورها الأصلي، والذي يظل ثابتاً ويبقى الافتراض بأن الاتصال بين العجلة والسطح عند نقطة واحدة.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية



شكل (4) التمثيل الإحداثي للروبوت المتحرك في العالم المحيط

12. المحاكاة الحاسوبية للروبوت المتحرك:

يتم تحديد الروبوت على شاشة الحاسوب من خلال معرفة إحداثيات 6 نقاط وهي: الزوايا الأربع للروبوت 1،2،3،4، والمركز C والأمام H، الشكل السابق (3) يوضح ذلك، وكذلك من خلال معرفة نصف قطر الدائرة المحيطة بأركانه الأربعة RD مع زاوية توجهه θ نسبة إلى المحور X لشاشة الحاسوب، حيث:

$$\left.\begin{array}{l} X_2 = X_1 - \left(2RD.Cos\frac{\pi}{6}\right) Cos\theta \ldots\ldots, \ldots\ldots Y_2 = Y_1 + \left(2RD.Cos\frac{\pi}{6}\right) \sin\theta \\ X_3 = X_2 + \left(2RD.Cos\frac{\pi}{3}\right) Sine\theta \ldots\ldots, \ldots\ldots Y_3 = Y_2 + \left(2RD.Cos\frac{\pi}{6}\right) \cos\theta \\ X_1 = X_c + RD.Cos\left(\theta + \frac{\pi}{6}\right) \ldots\ldots, \ldots\ldots Y_1 = Y_C + RD.Sin\left(\theta + \frac{\pi}{6}\right) \\ X_H = X_c + RD.C\ cos\theta \ldots\ldots, \ldots\ldots Y_H = Y_C + RD.Sin\,\theta \\ X_4 = X_3 + \left(2RD.Cos\frac{\pi}{6}\right) Cos\theta \ldots\ldots, \ldots\ldots Y_4 = Y_3 + \left(2RD.Cos\frac{\pi}{6}\right) \sin\theta \end{array}\right\} \quad (5)$$

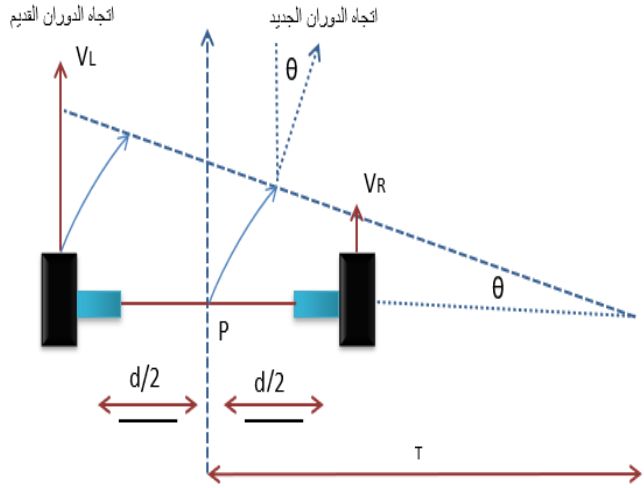
13. النموذج الحركي للروبوت المقترح:

هذا النوع المقترح من الروبوتات له ترتيبات قيادة تفاضلية عن طريق عجلتين يقودهما محركان مستمران، وبالتالي فإن العجلتين تؤديان مهام القيادة والمناورة من خلال تطبيق نفس السرعة على العجلتين، ولكن في اتجاه معاكس، فإن هذا يجعل الروبوت يدور في مكانه، وييسط بناء الروبوت المتحرك، بافتراض أن محركات العجلات اليمنى واليسرى تم دفعها لإعطاء سرعتين خطيتين مختلفتين، V_R و V_L وكانت V_L أكبر من V_R وذلك ليتم تنفيذ الدوران بشكل يميني بعد وقت قصير يساوي وقت أخذ العينات T_s Sampling Time، ستتبع العجلة اليمنى قوساً بطول متساوي إلى $(V_R \ .T_s)$ وستتبع العجلة اليسرى قوساً بطول متساوي إلى $(V_L \ .T_s)$، إذا افترضنا أن وقت القياس صغير وأن السرعات الخطية للعجلات ثابتة، فإن الأقواس المتبعة سيكون لها مركز واحد، وهو مركز الدوران، لذلك يمكن وصف التغيير في اتجاه الروبوت بالمعادلة التالية:

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

$$\theta = \frac{V.T_S}{L} \qquad (6)$$

حيث تمثل L المسافة بين مركز محور العجلتين وبين مركز الدوران، وتمثل θ زاوية الدوران كما موضح بالشكل التالي:



شكل (5) مخطط الحركة التفاضلية للروبوت المتحرك

وبالتالي تصبح المعادلة على الشكل:

$$\theta = \frac{V_R.T_S}{L.\frac{d}{2}} = \frac{V_l.T_S}{L+\frac{d}{2}} \qquad (7)$$

حيث تمثل d بين العجلتين ونستنتج من المعادلتين السابقتين:

$$V_L = V + \frac{d..\theta}{2.T_s} \qquad (8)$$

$$V_R = V - \frac{d..\theta}{2.T_s} \qquad (9)$$

وبالتالي يمكن معرفة مقدار التغير في الاتجاه من خلال فترة أخذ القراءات كما يلي:

$$\theta = (V_L - V_R)\frac{T_S}{d} \qquad (10)$$

14. النظام الكهروميكانيكي:

14. 1. نظام الدفع الكهربائي:

يتم اختيار نظام القيادة بناءً على المعايير التالية:

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

موثوقية النظام الإجمالية – بدء عزم الدوران – التباطؤ المنخفض – تقليل التكاليف عن طريق تبسيط التصميم الميكانيكي – توليد الحرارة المنخفضة وتبديدها – التحكم في السرعة – نظام الفرامل لأسباب تتعلق بالسلامة.

2.14. المحرك ثلاثي المستوى:

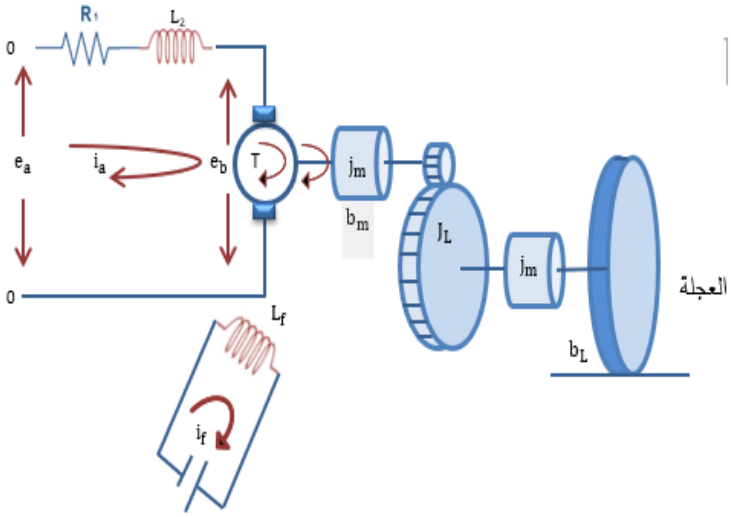
نادراً ما تستخدم هذه المحركات في هذا النوع من الروبوتات، على الرغم من مزاياها في إمكانية التحكم في السرعة عن طريق تغيير تردد التغذية وغياب الحاجة إلى علب السرعة لتقليلها.

14. 3. محرك خطوة محدودة:

يتم التحكم في هذا المحرك بعد الحصول مسبقًا على عدد محدد من زيادات المسار للوصول إلى الموضع المطلوب، ولكن من عيوبه أنه يفقد بعض خطواته عند تعرضه لعزم مرتفع عند اصطدامه بعائق، وهنا لابد من التغذية الراجعة التي تزيد من سرعة النظام.

14. 4. محرك مستمر:

هناك العديد من أنواع المحركات الكهربائية التي تعمل بالتيار المستمر المستخدمة في الصناعة، ويطلق عليها اسم المؤازرة نظراً لاستخدامها في الصناعة، حيث يتم تصنيعها بعزم قصور صغير للدائرة ذات قيم كبيرة من عزم الدوران إلى نسب القصور الذاتي منخفضة نسبياً في تطبيقات القياس وأجهزة الكمبيوتر والأجهزة ذات الصلة وغيرها، ومن الضروري استخدام الأقراص المسننة (علبة التروس) لعزم الدوران العالي بالسرعات منخفضة، ويوضح الشكل التالي الدارة المكافئة لمحرك وعجلة.

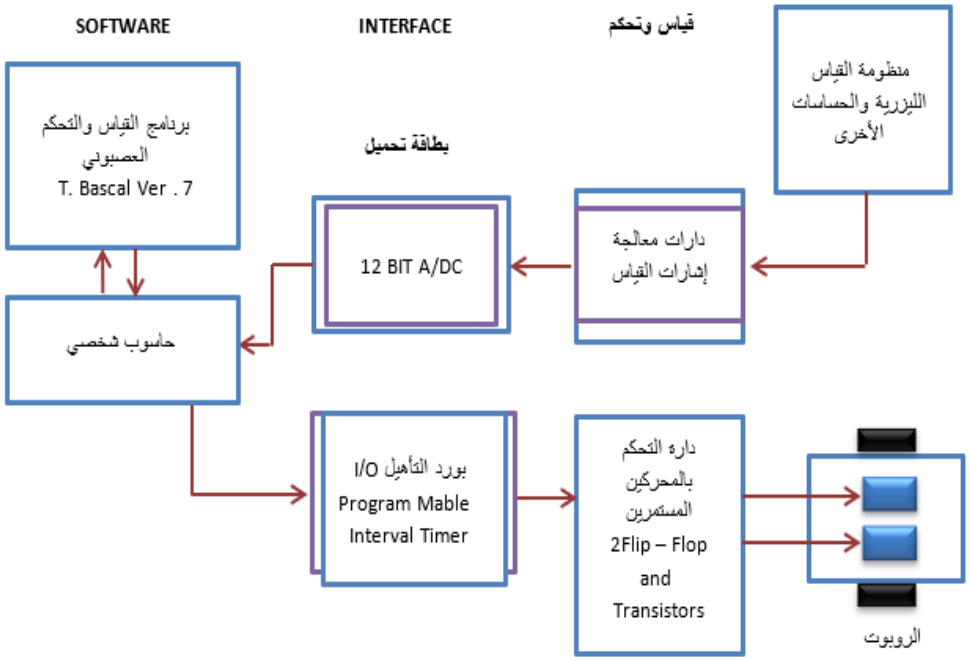


الشكل (6) الدارة المكافئة لمحرك وعجلة

15. الشكل العام لنظام التحكم المقترح:

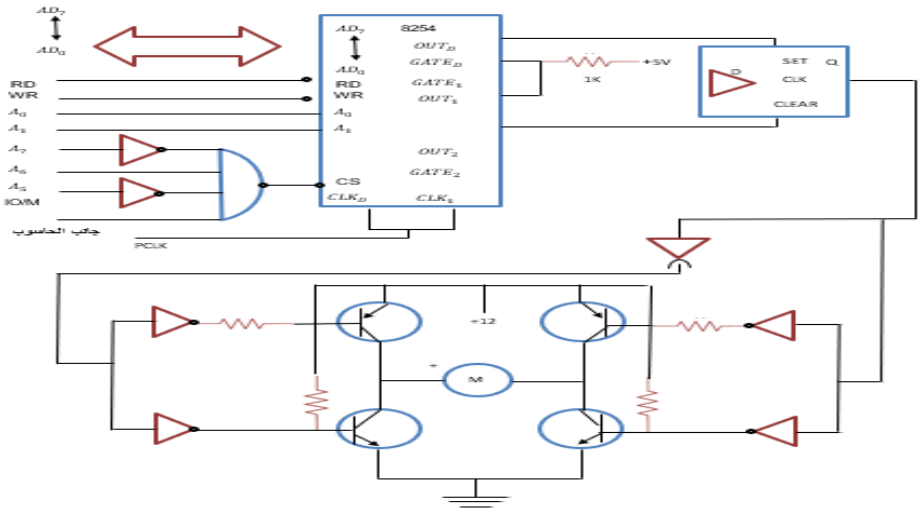
الشكل التالي يوضح مخططاً صندوقياً للنظام العام المقترح للتحكم بالروبوت المتحرك انطلاقاً من برامج العقل الإلكتروني وأنتهاءً بعجلات الروبوت.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية



شكل (7) مخطط صندوقي للنظام العام المقترح للتحكم بالروبوت

سيتم تقديم فكرة مبسطة عن كيفية التحكم في سرعة المحركين، بدءاً من الكمبيوتر إلى المحرك، من خلال دوائر التوافق التي تم التحكم فيها، ويمكن استخدام دائرة مطابقة الإدخال / الإخراج الممثلة بمؤقت الفاصل الزمني القابل للبرمجة رقم (8254) لسهولة تخاطب الكمبيوتر بالمحركات، ويوضح الشكل التالي مخطط دائرة المحرك والدائرة المصاحبة لقيادته للتحكم بالسرعة والاتجاه حيث نلاحظ أن هناك إمداداً مستمراً يمثله جهد توفير الكهرباء يساوي 12 فولتاً مستمراً، والذي يغذي المحرك من خلال ترانزستورات عالية السعة.



شكل (8) دائرة القيادة من خرج المعالج الدقيق في الكمبيوتر إلى أقطاب المحرك

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

إن كان الناتج المنطقي لدارة القلاب المستخدمة Flip–Flop هي 1 عندها سيتم سحب قواعد الترانزستورات Q2 ,Q1 إلى 12V وهذا يعني أن الترانزستور Q1 في حالة OFF، والترانزستور Q2 في وضع التشغيل ON، وهذا يجعل الطرف الموجب للمحرك متصلاً بالأرض، وفي هذه الحالة ترتبط قواعد الترانزستورات Q3,Q4 بالصفر وبالتالي يكون Q3 في حالة إغلاق Q4 في حالة تشغيل، وهذا يجعل الطرف السالب للمحرك متصل بـــــ V12 ويجعله يدور بالعكس وبسرعته القصوى، وعندما يكون الناتج المنطقي للقلاب يساوي صفر عندها تصبح الحالة معكوسة تماماً عن الترانزستور ويصل الطرف الموجب إلى 12V وسالب على الأرض، ثم يدور المحرك باتجاهه الأمامي وبسرعته القصوى، ولكن إذا كان ناتج القلاب يساوي 50% من قيمته الأسمية فسيتوقف المحرك عن الحركة وهكذا.

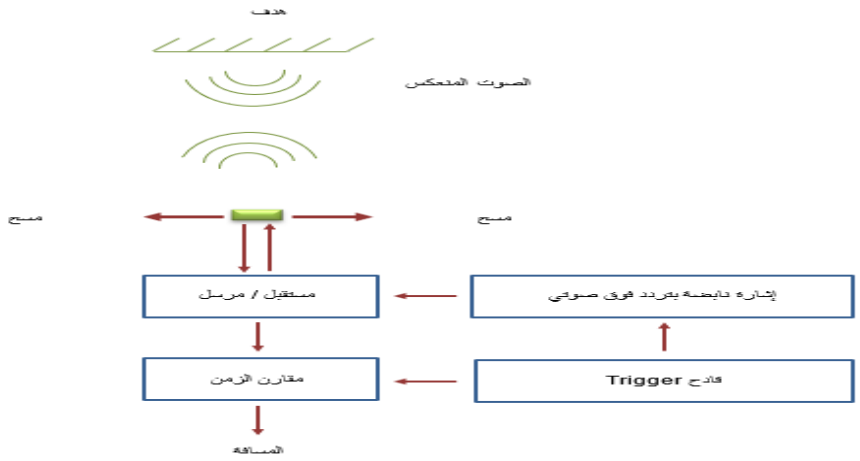
16. نظام الرؤية للروبوت المقترح:

1.16. الحساسات فوق الصوتية:

تعمل الحساسات فوق الصوتية وفق مبدأ حساب وقت انتقال الإشارة فوق الصوتية، حيث يتم إرسال حزمة ضيقة من الصوت المؤلف من خمس إلى عشر درجات من الاهتزاز نحو الهدف عن طريق محول طاقة، والذي يعمل في اتجاهين كمرسل و مستقبل للإشارة مقارنة بشعاع الليزر من الضوء الذي ينتقل عبر الموجات فوق الصوتية بسرعة بطيئة بحيث يمكن عندها قياس الوقت مباشرة عن طريق استخدام نبضات صوتية ضيقة كطريقة مرادفة لضبط السعة عن طريق القياس بالليزر، بحيث يكون الوقت الذي يستغرقه النبض للانتقال من جهاز الإرسال إلى الهدف والعودة إلى المصدر هو المسافة المقاسة، ويوضح الشكل التالي نظام قياس الصدى النبضي، حيث يحسب زمن الرحلة عندما يرتد صدى الصوت عن الهدف، ويمكن تحديد معالم المجال المقاسة عن طريق المسح باستخدام محول الطاقة ويتم تسجيل قيمته لكل موقع يرتد منه الصدى، حيث يتم تشغيل أجهزة الاستشعار فوق الصوتية في المجال التردد الفعلي الواقع بين خمسين إلى مائتي كيلو هيرتز، ولاختيار التردد الصحيح لتطبيق ما يجب الانتباه إلى خاصيتين رئيسيتين لهذه المستشعرات [13]:

أولا: كلما انخفض التردد زادت الحزمة التي ينتجها محول الطاقة.

ثانياً: كلما زاد التردد زاد تخميد النبضات الصوتية نتيجة الانتشار في الهواء.



شكل (9) مبدأ قياس المسافة باستخدام الحساس فوق الصوتي

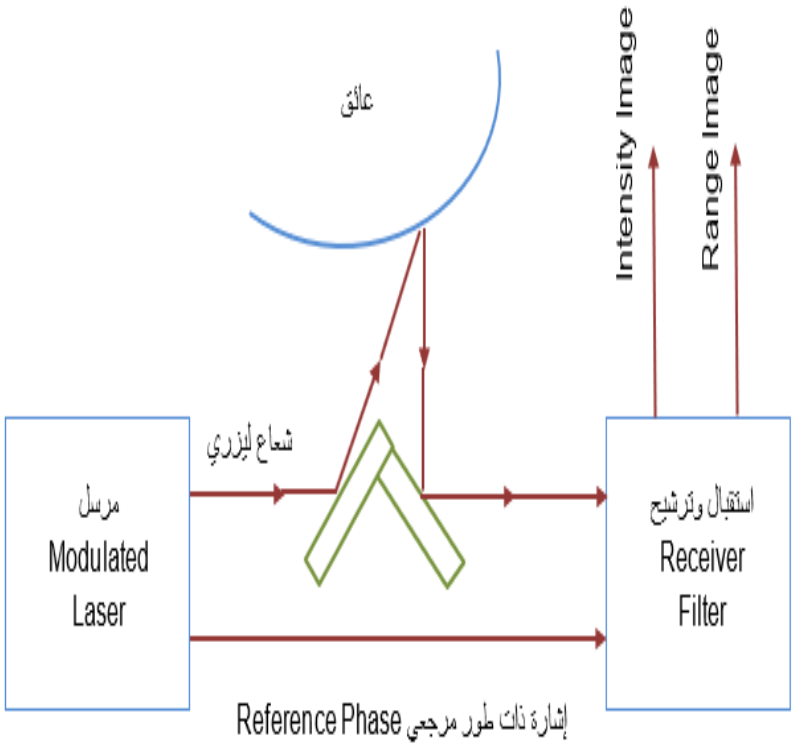
Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

2.16. قياس المسافة بالماسح الليزري:

تم اختيار الماسح الليزري نظراً للدقة العالية في القياس والاتجاه التي يؤمنها، حيث تعتد القياسات الضوئية الليزرية للروبوتات الصناعية لمسافة من 10 سم وحتى 10 متر على ثلاث طرق وهي [5].

- ✓ فرق الطور
- ✓ زمن الضوء
- ✓ مبدأ الزوايا الثلاث

هناك قيود على الاستخدام ، وهي المجال الحركي الكبير للحزمة المنعكسة حتى 100 ديسيبل ، ونسبة الإشارة الناشئة من ضوضاء الفوتون ، والمعدل البطيء لمسح النقاط [المسح البطيء للبكسل] بما يعادل ميللي ثانية / بكسل 500 ، والشكل التالي يوضح مخططًا صندوقياً لمبدأ العمل بحيث يضيء المستشعر الليزري الهدف المراد قياس المسافة إليه بحزمة متوازية، ويتم تقدير المجال من الوقت الذي يستغرقه شعاع الضوء للانتقال من المستشعر إلى الهدف والعودة إلى جهاز الاستقبال، ويتم تقدير الانعكاس عند كل نقطة في الهدف من شدة الضوء المنتشر عائداً من الهدف، ويمكن قياس التأخير الزمني مباشرة لنبض الضوء للانتقال من المستشعر إلى الهدف والعودة إلى المستقبل، حيث أنه من المعروف أن الضوء ينتقل بسرعة 30 cm/ns، وعند معالجة القياس المباشر للتأخير الزمني تكون قدرة تمييز القياس في حدود 50Psec والارتياب في القياس بترتيب 6.4 مم.

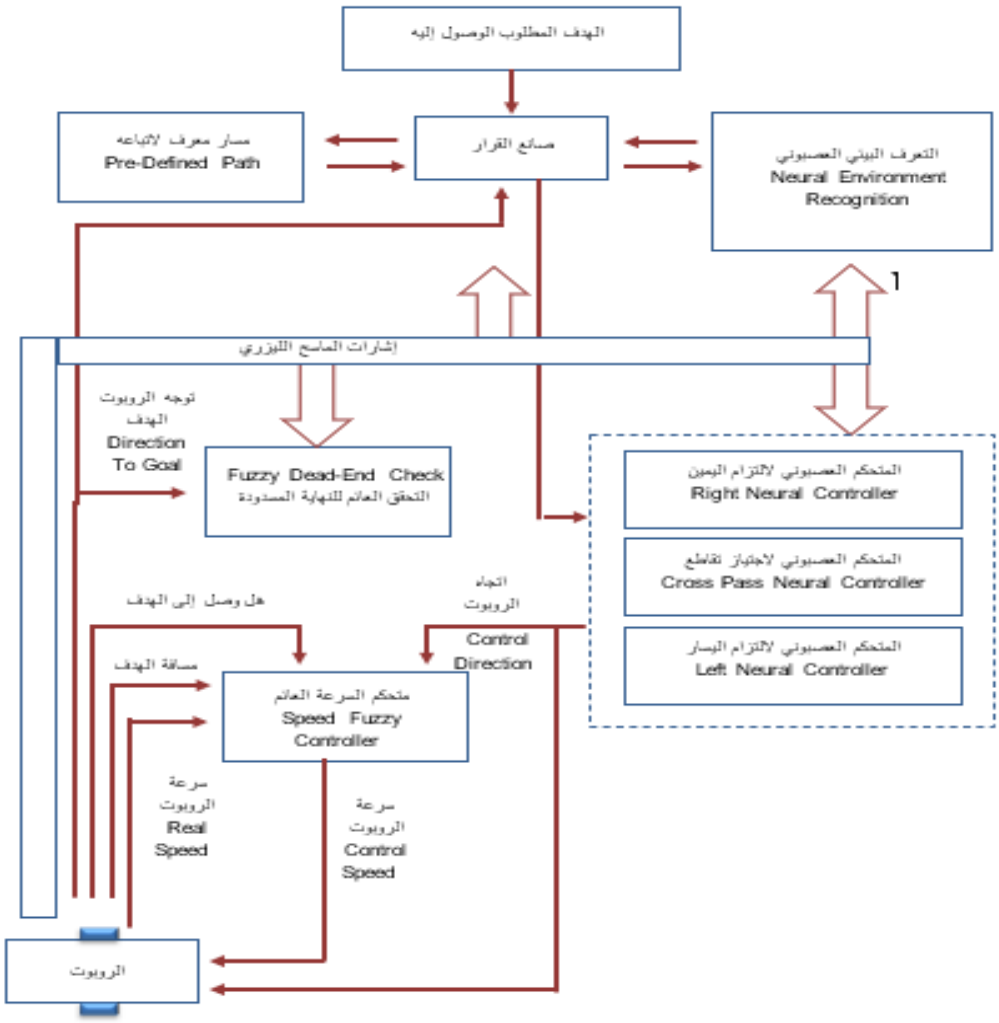


شكل (10) مخطط صندوقي لمبدأ عمل الحساس الليزري

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

17. نظام التحكم الهجين المقترح:

يوضح الشكل التالي مخططًا صندوقياً لكيفية عمل نظام الملاحة العصبية العائم الشائع بحيث يتحقق التحكم في اتجاه وسرعة الروبوت المتحرك قيد الدراسة، حيث يقوم نظام الملاحة العصبية بتحديد المسار المتبع وتحديد توجه الروبوت مع تجنب العوائق بينما يقوم النظام العائم بتحديد السرعة التي يجب أن يسير بها الروبوت حتى يصل إلى الهدف الكلي أو الأهداف المساعدة والتي يجب أن يمر بها وفقًا للمسار الذي تم رسمه له أو الذي يرسمه بنفسه ، بحيث توفر المجموعة الأولى معلومات حول الموقع سواء كان الموقع الذي يوجد فيه الروبوت طريقًا مسدوداً أو لا، بينما توفر المجموعة الثانية من قواعد الاستدلال التحكم في اتجاه الروبوت مع تجنبه للعقبات، ثم تؤمن المجموعة الثالثة مهمة تحديد السرعة الواجب على الروبوت السير بها، وفي نظامنا المقترح استخدمنا مجموعتي الاستدلال الأول والثالثة لتحديد السرعة التي يجب أن ينتقل بها الروبوت الصناعي المتنقل.



الشكل (11) مخططًا انسيابيًا بين وحدة التحكم العائمة للخلايا العصبية للتنقل والتحكم في السرعة والاتجاه

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

18. البرامج المصممة خلال هذه الدراسة بلغة الباسكال Turbo Pascal Version 7:

لتسهيل التعامل مع البرامج التي تمت كتابتها، تم تقسيم البرامج إلى عدة وحدات، تحتوي كل وحدة على عدد من الإجراءات والتبعيات التي يمكن استدعاؤها بالكامل والتي يجب استخدامها ضمن البرامج المصممة وفيما يلي قائمة بهذه الوحدات وتعريفها:

- وحدة التعريف بالمتحولات والثوابت الأساسية:

تقوم هذه الوحدة بالتعريف بكل المحتويات والثوابت مع المصفوفات والسجلات وغيرها التي استخدمت في برامجنا هذه.

- وحدة تحضيرات الرسم ورسم الخرائط:

تحتوي هذه الوحدة على إحدى عشرة إجرائية لتحضيرات الرسم ولرسم الخرائط المستخدمة في الدراسة وكذلك رسم الروبوت على شاشة الحاسوب.

- وحدة مختصة بإجرائيات استخدام المؤشر:

تحتوي هذه الوحدة على أربع إجراءات وتابع واحد للتحكم بالمؤشر على شاشة الحاسب وأخذ القراءات وتوجيه العمل حسب ما نرغب في البرنامج.

- وحدة مختصة بمحاكاة قياسات الماسح الليزري:

تحتوي هذه الوحدة على إحدى عشرة إجرائية لإجراء القياسات الحقيقية والعائمة منها، قراءة أوزان الشبكات العصبية المستخدمة من داخل ملفاتها الخاصة، حسابات خرج الشبكات العصبونية المستخدمة من خلال شعاع الدخل المقدم للشبكة المعنية، تحديد وجود عوائق بين الروبوت الصناعي السيار وبين الهدف الذي يسعى إليه أم لا، وتحديد الحالة المنطقية للوصول إلى الهدف أم لا.

- وحدة قياس اتجاه ومسافة الروبوت إلى الهدف:

تحتوي هذه الوحدة على إجرائيين لقياس الزاوية التي يشكلها اتجاه الروبوت الأمامي مع الهدف والمسافة بين مركز الروبوت والهدف الذي يراد الوصول إليه.

- وحدة تحتوي على القواعد العائمة لفحص وجود طريق مسدود أم لا:

تقوم هذه الوحدة بإجراء حسابات قواعد الاستدلال العائمة لفحص ما إذا كان الطريق مسدوداً أم لا.

- وحدة تحتوي على القواعد العائمة لتحديد سرعة الروبوت:

تستخدم مجموعة قواعد استدلال لتحديد سرعة الروبوت، حيث تؤمن هذه الوحدة حسابات تلك القواعد.

- وحدة خوارزمية محاكاة السرعة:

تحتوي هذه الوحدة البرمجية على ثماني إجرائيات لإظهار منحنى بياني يمثل تغير سرعة الروبوت لقياس الزمن وقياس زمن أخذ العينات والحسابات العائمة ووضع الروبوت في الموقع الجديد للانتقال خطوة واحدة أخذاً بعين الاعتبار التأخير الزمني والانتقال بسرعة ثابتة.

- الوحدة البرمجية للملاحة المحلية:

تحتوي هذه الوحدة البرمجية على الإجراءات التابعة للملاحة وذلك لتشغيل المتحكم العصبوني لليمين واليسار أو الأمامي.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

- الوحدة البرمجية للملاحة الشاملة:

تحتوي هذه الوحدة البرمجية على الإجراءات التابعة للملاحة الشاملة وذلك لملاحقة المسارات التلقائية والمعرفة بشكل مسبق وللدوران في المكان والتقدم للأمام بمسافة محددة.

- البرنامج العام:

يختص هذا البرنامج بالتحكم بالروبوت المتحرك لتنفيذ الخوارزميات والمتحكمات العصبونية مع الملاحة المحلية والشاملة لتتبع المسارات والوصول إلى الهدف المرغوب.

19. النتائج والتوصيات:

أولاً / النتائج:

تم من خلال الدراسة إعطاء نبذة عن أهمية وأهداف الدراسة ونبذة عن الدراسات السابقة، والتطورات في أنظمة الروبوتات الذكية ومفهوم الشبكات العصبونية، كما بينا مفهوم المنطق العائم وتابع العضوية وقواعد استدلال النظام العائم والأخذ بعين الاعتبار دارات الملاءمة بين الحاسوب والروبوت ودارات التحكم ذات الاستطاعة الصغرى نسبيا مع القيادة الكهربائية الكاملة للروبوت المقترح، وهذا يعطي حافزا لبناء دارات القيادة والتحكم بالروبوت الصناعي المتحرك الذي يمكن أن يقاد عبر التحكم عن بعد بواسطة مرسل ومستقبل ترددي، حيث تطرقنا لأهم ما نشر عن الأنظمة العصبونية العائمة والتحكم العصبوني العائم ، مع ماهية الأبحاث المتعلقة بالشبكات العصبونية و المنطق العائم والخوارزميات الجينية مطلعين على أحدث ما نشر في ذلك الحقل، حيث قمنا باستعراض أهم التطبيقات لأبحاث الروبوت الصناعي المتحرك فيما يتعلق بالذكاء الصناعي، التي استخلصناها من النشرات والدوريات والكتب العلمية كما بينا النموذج العام للروبوت المتحرك متعدد الوظائف المقترح، والذي من الممكن أن يتم تصنيعه في المستقبل ليصبح أداة تجري عليها الأبحاث.

مجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

ثانياً / التوصيات:

لكل دراسة بداية وقد لا يكون لكل دراسة نهاية، هذه الدراسة هي نقطة انطلاق لا تخلو من أوجه قصور وتحتاج إلى المزيد من أجل تحقيق الفائدة الحقيقية منها، لذلك فإن التوصيات الموصي بها لاستكمال هذه الدراسة بالاتجاه الصحيح هي:

- استخدام مركبات النقل في مسار بسيط نسبيًا ليكون بداية أولى وجادة في تصميم شبكة نقل منتظمة ومحكومة.
- دراسة نظرية التحكم بالمركبات اللازمة لتصميم نظام التحكم بالمركبة وتطويره إلى نظام التحكم.
- استخدام برامج الأدوات الإلكترونية القادرة على قراءة إشارات الطرق المرورية بمعالجة الصورة وتوفير الأوامر اللازمة للمعالج الرئيسي في كل وحدة إرسال.
- استخدام مجسات بدقة أفضل ومجال أكبر مما يزيد من موثوقية المشروع.
- إضافة خوارزميات خبيرة للتحكم في بيانات أكبر في شبكة النقل، مثل تحديد عدد المركبات المطلوبة بناءً على ساعات العمل أو حسب حالة الطريق وغيرها من البيانات.
- بناء وتجريب أنواع مختلفة من الروبوتات الافتراضية لتطوير هيكل التحكم وجعله أكثر قابلية للنقل، بالإضافة إلى بناء المكونات اللازمة لعمل هذه الروبوتات الافتراضية وإضافتها إلى مكتبة المكونات.

Copyright © LJAST
حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية

20. المراجع:

[1] برنامج إلكترونيات, مختبر دوائر الخطية والرقمية, الوحدة العاشرة, المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني, المملكة العربية السعودية، 2014.

[2] Brezina, T.; Hadas, Z.; Vetiska, J. Using of co-simulation ADAMS-SIMULINK for development of mechatronic systems. In Proceedings of the 14th International Symposium, on MECHATRONIKA, Trencianske Teplice, Slovakia, 1–3 June 2011; pp. 59–64.

[3] Quaglia, G., Bruzzone, L., Bozzini, G., Oderio, R., and Razzoli, R.: Epi.q-TG: mobile robot for surveillance, Industrial Robot, 38, 282–291, 2011.

[4] Wikander J., Törngren M., Hanson M., Science and education of mechatronic engineering. IEEE Robotics & Automation Magazine, 2001, 8(2), 20-26.

[5] EURON (EUropean RObotics research Network) and EUROP (European RObotics technology Platform), The strategic research agenda for robotics in Europe, Technical report, http://www. robotics-platform.eu/sra, 2009.

[6] Spiryagin, M.; Simson, S.; Cole, C.C.; Persson, I. Co-simulation of a mechatronic system using Gensys and Simulink. Veh. Syst. Dyn.: Int. J. Veh. Mech. Mobil. 2012, 50, 495–507.

[7] M. D. Adams, “Adaptive motor control to aid mobile trajectory Execution in the presence of changing system parameters", IEEE trans. on robotics and automation. Vol. 14. No. 6, pp 849-901, 1998.

[8] M. D. Adams, “High speed target Pursuit and asymptotic stability in mobile robotics”, IEEE trans. on robotics and automation. Vol. 15. No. 2, pp 230 237, 1999.

[9] عبدالله سالم البقمي معلم علوم, مدرب روبوت, عضو الجمعية العربية للروبوت, مجلة الروبوت, المملكة العربية السعودية, 2015.

[10] “National Robotics Initiative invests $38 million in next-generation robotics”، The National Science Foundation, Virginia, USA, 23 October 2013.

[11] Antonio Lopez Pelaez, et al., “Robots, genes and bytes: technology development and social changes towards the year 2020,” Technological Forecasting and Social Change, 75(8) , 2008, p 1176.

[12] https://www.ibm.com/cloud/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-etworks

[13] Chen, J.; Han, D. The control of tendon-driven dexterous hands with joint simulation. Sensors 2014, 14, 1723–1739.

[14] Patrick Lin, “The Big Robot Questions: The social, legal, and ethical problems posed by the coming robotics revolution”, 16 Feb. 2012.

Copyright © LJAST

حقوق الطبع محفوظة
لمجلة ليبيا للعلوم التطبيقية والتقنية