الجمهورية العربية السورية
جامعة المنارة
كلية الهندسة
قسم هندسة الميكاترونكس

تصميم وتنفيذ ذراع روبوتية من ثلاث درجات حرية

مشروع تخرج 2

إعداد

علي صخر سليمان

عالية عبدالرؤف مظلوم

جراير نرسيس قره قاش

إشراف

الدكتور نائل يونس داؤد

العام الدراسي 2020-2021

We, the Exam committee, certify that we have read this project and that in our opinion it is fully adequate, in scope and quality, as a thesis for final project. Exam committee:		تصادق لجنة الحكم بعد قراءتها ومناقشتها لمشروع التخرج على أنه ملائم من حيث النوعية والأهمية ليكون بحثاً لمشروع التخرج. أسماء لجنة الحكم:

الملخص

يهدف مشروعنا هذا إلى تصميم ذراع روبوت ذو ثلاث درجات حرية باستخدام متحكم صغري من نوع أردوينو ميغا.

تم تصميم الذراع باستخدام برنامج SolidWorks ثم قص الأجزاء، من مادة الألمنيوم، وتوصيلها باستخدام بعض البراغي. يعتمد الذراع في حركته على ثلاث محركات خطوية، الأول من نوع نيما 17 لتحريك قاعدة الذراع، واثنان من نوع 28BYJ-48 لتحريك مفصلي الذراع الثاني والثالث.

يتم التحكم بحركة الذراع باستخدام أردوينو ميغا تمت برمجته باستخدام لغة Arduino C على بيئة تطوير الأردوينو. عند التوصيل بالتغذية الكهربائية، تأخذ الذراع وضعية البداية home position حيث يتحرك كل مفصل حتى يصل الى حساس نهاية الشوط الخاص به والذي يعمل كزر تشغيل/إيقاف، ثم تتحرك المفاصل الثلاث عن طريق المحركات الثلاث ليصل الروبوت للوضعية المطلوبة منه في كوود الأردوينو.

في مرحلة مشروع التخرج 2 :

تم تحسين الشكل العام للتصميم، وإضافة كماشة مصممة على برنامج SolidWorks، ومصنعة من مادة البليكسي تفتح/تغلق عن طريق محرك سيرفو لتعمل كنهاية مؤثرة للروبوت.

تم إضافة شاشة عرض ولوحة إدخال لإعطاء الروبوت أوامر بشكل مباشر ،تتوضعان فوق علبة خشبية مصنعة من الخشب متوسط الكثافة MDF يخفى ضمنها المتحكم ومعظم أسلاك التوصيل ،تم إضافة قاعدة للمشروع مصممة أيضا من الMDF لسهولة نقل الروبوت وتحسين الهيئة العامة له.

تم تصميم تطبيق أندرويد عبر بيئة تصميم APPINVENTOR يعمل على التوازي مع لوحة الإدخال والشاشة، ليمكن المستخدم من إعطاء الأوامر عن بعد عبر شريحة بلوتوث متصلة مع أردوينو.

تم استعمال تقنيات معالجة الصورة في تطبيق لإيصال مركز الكماشة(النهاية المؤثرة) للروبوت،لنقطة مختارة من الصورة بشكل دقيق.

ABSTRACT

The aim of our project is to design a robotic arm with three degrees of freedom using an Arduino UNO microcontroller.

The arm was designed using Solidworks software and then cuttin those parts from aluminum molds, and connecting them using some screws. The arm relies in its movement on three stepper motors, the first of the NEMA 17 to move the base of the arm, and two of the type 28BYJ-48 to move second and third joint of the arm.

The arm movement is controlled using the arduino IDE using the Arduino C language on the Arduino development environment.

When connected to the electrical supply, the arm takes the home starting position until each joint reaches the end-stroke sensor of each motor, which acts as an on/off button. Finally, the arm begins the movement specified in the Arduino program.

In Graduation Project 2:

The overall design has been improved, with the addition of a gripper designed in SolidWorks, made of plexiglass that opens/closes using a servo motor.

It acts as an effective end for the robot.

A display screen and a keypad were added to give the robot direct commands, they are placed above a wooden case made of medium-density fiber MDF, in which the controller and most of the connecting wires are hidden.

The Android application is designed with the APPINVENTOR programming environment developed by Google and managed by MIT, the app runs in parallel with the input panel and display, enabling the user to give remote commands via a Bluetooth chip connected to the Arduino.

Image processing techniques were used in an application to deliver the center of the gripper (end effector) of the robot, to a selected point of the image with precision.

الفهرس

الملخص I

ABSTRACT III

الفهرس I

قائمة الأشكال IV

1. الفصل الأول مقدمة 1

1-1. تمهيد 1

1-2. أهمية وهدف المشروع 1

1-3. محتوى الفصول 1

2. الفصل الثاني الروبوتات 3

2-1- التقدم التكنولوجي والصناعة 3

2-2- الروبوتات و بعض مفاهيمها 4

2-2-1- نظم الروبوتات 4

2-2-2- أنواع الروبوتات الحديثة 5

2-2-3- الاستخدامات الحديثة للروبوتات 7

2-3- الروبوتات التسلسلية 9

2-3-1- بنية الروبوت التسلسلي 9

2-3-2- معادلات الحركة 10

2-3-3-مساحة العمل 10

2-3-4- التفرد 10

2-4. النماذج الهندسية Kinematic Modules 11

2-4-1. طريقة دينافيت هالاتينبرغ (Denavit Hartenberg) 11

2-4-2. النموذج الهندسي المباشر 12

النموذج الهندسي المباشر 13

النموذج الهندسي العكسي 14

النموذج المباشر للسرعة 16

دراسة حالة التفرد singularity 16
معالجة الصورة 17
1- أساسيات معالجة الصورة 17
2- عمليات معالجة الصورة 18
3. الفصل الثالث المتحكم والمشغلات والملحقات المستعملة في المشروع..... 19
3-1. الأردوينو 19
3-2. محركات خطوية STEPPER MOTORS..... 19
3-2-1. المحرك الخطوي Nema 17..... 20
3-2-2. محرك خطوي 48-BYJ28 V5..... 21
3-3-محركات السيرفو SERVO MOTORS 22
3-3-1 محرك MG955 22
3-4. موديول القيادة ULN2003 24
3-5. دارة القيادة A4988..... 25
خصائص دارة القيادة A4988..... 25
3-6. حساس نهاية شوط 27
أجزاء حساس نهاية الشوط..... 27
3-7 المشفرات الضوئية Optical Encoders 28
3-8لوحة المفاتيح KEYPAD..... 29
3-9الشاشات الكريستالية السائلة LCD 30
3-10شريحة HC-05..... 31
4. الفصل الرابع التطبيق والنتائج 33
4-1. الجزء الميكانيكي- الكهربائي للمشروع 35
4-2. الجزء البرمجي للمشروع..... 45
Arduino Code Flow Chart..... 45
Processing Flow Chart Image..... 46
الأكواد البرمجية لـــ Matlab..... 47
5. الفصل الخامس المناقشة والخاتمة..... 47
5-1. المناقشة 48

5-2. الخاتمة 48

المراجع 50

ملحق A خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.

قائمة الأشكال

Figure 2-1مثال على ذراع تسلسلي مع ست درجات حرية. 9

Figure 2-2توضيح بارامترات دينافيت هارتنبرغ. 12

Figure 2-3 عمليات معالجة الصورة 18

Figure 3-1محرك خطوي.Nema 17 21

Figure 3-2محرك خطوي BYJ-48 5V.28 21

Figure 3-3محرك السيرفو ومكوناته..... 23

Figure 3-4موديول ULN2003..... 24

Figure 3-5توصيل المحرك الخطوي BYJ-4828 مع الأردوينو وموديول القيادة ULN2003..... 25

Figure 3-6دارة القيادة A4988 25

Figure 3-7بعض أشكال حساسات نهاية الشوط..... 28

Figure 3-8مبدأ عمل المشفر الضوئي التزايدي..... 29

Figure 3-9لوحة المفاتيح المستعملة في مشروعنا 29

Figure 3-10توضيح مبدأ عمل لوحة المفاتيح..... 30

Figure 3-11شاشة 2*16 lcd مع توضيح منافذها..... 30

Figure 3-12توضيح توصيل lcdمع أردوينو 31

Figure 3-13توصيل الشاشة مع أردوينو باستعمال بروتوكول I2C..... 31

Figure 3-14شريحة HC05 32

Figure 3-15 توصيل شريحة HC05 مع أردوينو..... 33

Figure 4-1تصميم الذراع على برنامج الـsolid works. 34

Figure 4-2اجزاء الذراع. 35

Figure 4-3تثبيت المحركين الخطويين BYJ-48 28على الهيكل..... 36

Figure 4-4تثبيت حساس نهاية شوط على طرف الذراع. 36

Figure 4-5الشكل 4—5. تثبيت دارتي القيادة ULN2003. 37

Figure 4-6تثبيت دارة القيادة على الأردوينو ميغا وإجراء التوصيلات مع الذراع. 37

Figure 4-7الشكل النهائي للذراع في مرحلة مشروع التخرج 1 38

Figure 4-8قاعدة المشروع و العلبة الخشبية.....39
Figure 4-9 تصميم الكماشة على برنامج solidworks في عدة وضعيات 39
Figure 4-10 تنفيذ الكماشة و تركيبها 1.....40
Figure 4-11 تصميم قرص المشفر في برنامج SolidWorks 40
Figure 4-12 تركيب المشفر الخاص بمحور محرك القاعدة 41
Figure 4-13 تركيب مشفر لكل من المحركات الجانبية 41
Figure 4-14 الشاشة و لوحة المفاتيح 42
Figure 4-15شكل لوحة المفاتيح.....43
Figure 4-16توصيل شريحة البلوتوث مع أردوينو 43
Figure 4-17واجهة تطبيق الأندرويد المستعمل في المشروع 44
Figure 4-18الشكل النهائي للروبوت.....44

1. الفصل الأول
مقدمة

1-1. تمهيد

الذراع الروبوتية هي ذراع ميكانيكية بعدة درجات حرية، قابلة للبرمجة ومخصصة للقيام بعدة وظائف حسب طبيعة نهايتها حيث لها وظائف مشابهة لذراع الإنسان. لذلك لابد من توصيل أجزاء الذراع بواسطة مفاصل تسمح بالحركة الدورانية. بحيث تسمح لها بحرية الحركة والوصول إلى جميع النقاط المحتملة في الفراغ المحيط.

النهاية المركبة على الذراع هي التي تحدد وظيفته، ففي حال تم تركيب نهاية طابعة تكون وظيفته الطباعة الثلاثية، وفي حال كانت نهايته مثقب أو قلم أو آلة نحت دوراني، تكون وظيفته تعتمد على هذه النهاية.

دخلت الهندسة في مختلف مجالات الصناعة، وأصبحت أتمتة خطوط الانتاج من أهم الأولويات التي يفكر فيها الصناعيون لزيادة الانتاج والتخفيض من تكاليفه، وإدخال الروبوتات على خطوط الانتاج قدّم الكثير من الدقة والسرعة في العمل، وكلما زاد تطور هذا الروبوت كلما تم العمل بزمن أقل وجودة أعلى.

1-2. أهمية وهدف المشروع

الأذرع الروبوتية أصبحت ضرورة ملحة في أي خط إنتاج مهما كان هذا الخط صغيرا أم كبيرا، لأن هذه الأذرع أضافت الكثير من الدقة والسرعة في الإنتاج، بالتالي تخفيض كلفة الإنتاج، وأصبح التنافس اليوم على تطوير خطوط الإنتاج أكثر من تطوير المنتج نفسه.

من هنا، هدف مشروعنا هذا إلى تصميم ذراع روبوت بثلاث درجات حرية يتم التحكم به عن طريق متحكم صغري من نوع أردوينو ميغا، ويعتمد في حركته على ثلاث محركات خطوية.

1-3. محتوى الفصول

يضم هذا المشروع الفصول التالية:

الفصل الأول مقدمة عامة عن المشروع، أهميته وأهدافه. في **الفصل الثاني**، نقوم بإعطاء فكرة عن التطور التكنولوجي الحاصل في العقود الأخيرة، عن أنواع الروبوت بشكل عام، وبالنهاية نتحدث عن الذراع الروبوتية.

يضم **الفصل الثالث** دراسة نظرية عن مكونات الدارة التي تم تصميمها في مشروعنا هذا، حيث تحدثنا عن الأردوينو ميغا، المحركات الخطوية ودارات القيادة الخاصة بها.

نتحدث في **الفصل الرابع** عن التصميم العملي في مشروعنا من حيث جزءيه: المادي والبرمجي، وفي **الفصل الخامس** نستعرض ما توصلنا إليه وما نطمح إليه في المستقبل.

في النهاية كانت **المراجع** التي استندنا إليها في عملنا.

2. الفصل الثاني
الروبوتات

2-1- التقدم التكنولوجي والصناعة

كان منظّرو التنمية الاقتصادية على حق عندما أطلقوا على الدول المتقدمة اسم الدول الصناعية؛ وكانت الدول المتقدمة على حق عندما اتخذت طريق التصنيع طريقها. فلو بحثنا في أسباب التقدم الاقتصادي المستدام، سنجد الصناعة ماثلة أمامنا؛ وإذا فاضلنا بين الطرق الموصلة لهذا التقدم، لن نجد غير طريق التصنيع موصلاً.

ولا غرابة في ذلك طالما أن الصناعة وحدها هي التي تغلبت على عقبات الجغرافيا، بإنتاجها وتطويرها لمكونات منظومة النقل الحديث ولمنظومتي الإسكان والصحة؛ وهي التي تغلبت على مشكلات النمو السكاني، فزادت من القدرات الإنتاجية للاقتصاد وخلقت من الوظائف ما يواجه المعدلات المرتفعة من نمو السكان؛ وهي التي خلقت مصادر جديدة ومتجددة للطاقة والتشغيل؛ وحدّت من هدر الموارد الطبيعية، وأتاحت للدول التي لا تمتلك هذه الموارد إمكانية الاستفادة منها، وغير ذلك مما لا يتسع له المقام.

إن عماد الصناعة هو الآلة، وإن الدول الصناعية هي تلك الدول التي باتت قادرة على تصنيع الآلات والمعدات، وليس مجرد توظيفها في المصانع. لقد استقر مبكراً في وجدان صانع السياسة الاقتصادية في تلك الدول الأهمية البالغة لبناء قاعدة تكنولوجية وطنية، ولم تجد السياسات الاقتصادية غير »الهندسة العكسية» وسيلة لبناء هذه القاعدة ثلاثية الأضلاع.

ولما كان الضلع الأول في هذه القاعدة هو الحديد والمعادن، وكان الضلع الثاني هو تكنولوجيا »الهيدروليك»، وكان الضلع الثالث هو أنظمة وبرمجيات التشغيل والحوسبة؛ فلقد عكفت هذه الدول على تطوير قدراتها العلمية والفنية في هذه المجالات الثلاثة، كنقطة ارتكاز أساسية في تطوير صناعتها الوطنية، وكخطوة ضرورية لاقتناء تكنولوجيا وطنية.

وكما نعلم، فإن للتقنيين (المهندسون والفنيون) دوراً حاسماً في التصنيع الوطني؛ إما لدورهم في تصنيع الآلات، أو لمسؤولياتهم عن تشغيلها. وكلما تقدمت التكنولوجيا، كلما احتاجت صناعة الآلات لتقنيين مهرة؛ وكلما تطورت خطوط الإنتاج، كلما زاد الاحتياج لهؤلاء التقنيين في تشغيل ما تتضمنه هذه الخطوط من آلات.

بينما يدرك المستهلكون كيف تقوم التكنولوجيا بربط العالم ببعضه بطريقة حرفية للغاية من خلال نقل الأخبار وخلق سبل للتواصل وتقديم خيارات التسوق بصفة مباشرة إلى هواتفهم، فإنهم لا يدركون دائماً الطرق التي تعمل بها التكنولوجيا على تغيير الطريقة التي تُصنع بها المنتجات التي يستخدمونها.

في الواقع، اكتسبت الإمكانيات الكامنة في ربط قدرات الرقمنة بالجوانب المادية للصناعة من خلال الاستفادة من القدرات المتنامية لإنترنت الأشياء وغيرها من التقنيات، اسماً خاصاً بها، يُعرف بالصناعة.

2-2- الروبوتات و بعض مفاهيمها

الروبوت (robot) هو آلة ميكانيكية قادرة على القيام بأعمال مبرمجة سلفاً، إما بإشارة وسيطرة مباشرة من الإنسان أو بإشارة من برامج حاسوبية [1].

غالبًا ما تكون الأعمال التي تبرمج الروبوت على أدائها أعمالاً شاقة أو خطيرة أو دقيقة، مثل البحث عن الألغام والتخلص من النفايات المشعة، أو أعمالاً صناعية دقيقة أو شاقة.

ظهرت كلمة "روبوت" لأول مرة عام 1920، في مسرحية الكاتب المسرحي التشيكي كارل تشابيك، التي حملت عنوان "رجال روسوم الآلية العالمية" (بالتشيكية: Rossumovi univerzální roboti). ترمز كلمة "روبوت" في اللغة التشيكية إلى العمل الشاق، إذ أنها مشتقة من كلمة "Robota" التي تعني السُخرة أو العمل الإجباري، ومبتكر هذه الكلمة هو جوزيف تشابيك، والذي ابتدعها في محاولة منه لمساعدة أخيه على ابتكار اسم ما للآلات الحية في العمل المسرحي. وبدءا من هذا التاريخ، بدأت هذه الكلمة تنتشر في كتب وأفلام الخيال العلمي التي قدمت عبر السنوات عدد من الأفكار والتصورات لتلك الآلات وعلاقتها بالإنسان، الأمر الذي كان من شأنه أن يفتح أفاق كبيرة للمخترعين ليبتكروا ويطوروا ما أمكن منها [2].

2-2-1- نظم الروبوتات

لا يوجد إجماع على الآلات المؤهلة باعتبارها روبوتات ولكن هناك اتفاق عام بين الخبراء والجمهور على أن الروبوتات تميل إلى امتلاك بعض أو كل القدرات والوظائف التالية:

قبول البرمجة الإلكترونية أو معالجة البيانات أو التصورات المادية إلكترونيًا، والعمل بشكل مستقل إلى حد ما، قادرة على التنقل، وتشغيل الأجزاء المادية من نفسها أو العمليات الفيزيائية، والاستشعار والتلاعب ببيئتهم، وإظهار السلوك الذكي، وخاصة السلوك الذي يحاكي البشر أو الحيوانات الأخرى [3]. يرتبط مجال البيولوجيا التركيبية ارتباطًا وثيقًا بمفهوم الروبوت، والذي يدرس الكائنات التي تكون طبيعتها قابلة للمقارنة مع الكائنات أكثر من الآلات.

2-2-2- أنواع الروبوتات الحديثة

2-2-2-1- الروبوتات المتنقلة

الروبوتات المتنقلة لديها القدرة على التحرك في بيئتها وليست مثبتة في مكان مادي واحد [4].

من الأمثلة على الروبوتات المتنقلة الشائعة الاستخدام اليوم السيارة الموجهة الأوتوماتيكية أو المركبة الموجهة الأوتوماتيكية AGV. (AGV) هو روبوت متحرك يتبع علامات أو أسلاك في الأرضية، أو يستخدم الرؤية أو الليزر [5].

توجد الروبوتات المتنقلة أيضًا في البيئات الصناعية والعسكرية والأمنية [6] تظهر أيضًا كمنتجات استهلاكية أو للترفيه أو لأداء مهام معينة مثل التنظيف بالمكنسة الكهربائية. الروبوتات المتنقلة هي محور قدر كبير من الأبحاث الحالية وتقريبًا تمتلك كل جامعة كبرى معملًا واحدًا أو أكثر يركز على أبحاث الروبوتات المتنقلة [7].

عادةً ما تُستخدم الروبوتات المتنقلة في بيئات يتم التحكم فيها بإحكام مثل خطوط التجميع لأنها تواجه صعوبة في الاستجابة للتداخل غير المتوقع، وفي المنازل وفي التطبيقات العسكرية [8].

2-2-2-2- الروبوتات الصناعية

تتكون الروبوتات الصناعية عادة من ذراع مفصل (مناور متعدد الوصلات) ومستجيب نهائي متصل بسطح ثابت، وأحد أكثر أنواع المستجيب النهائي شيوعًا هو مجموعة القابض.

تقدم المنظمة الدولية للتوحيد القياسي تعريفًا للروبوت الصناعي المتلاعب في ISO 8373:

"جهاز تحكم آلي وقابل لإعادة البرمجة ومتعدد الأغراض وقابل للبرمجة في ثلاثة محاور أو أكثر، والتي يمكن أن تكون إما ثابتة في مكانها أو متحركة لاستخدامها في تطبيقات الأتمتة الصناعية."

يتم استخدام هذا التعريف من قبل الاتحاد الدولي للروبوتات والشبكة الأوروبية لأبحاث الروبوتات (EURON) والعديد من لجان المعايير الوطنية [9].

2-2-2-3- الروبوتات التفاعلية (التعليمية)

تستخدم الروبوتات كمساعدين تربويين للمعلمين.

هناك مجموعات روبوتات مثل Lego Mindstorms أو BIOLOID أو OLLO من ROBOTIS أو BotBrain Educational Robots يمكن أن تساعد الأطفال على تعلم الرياضيات والفيزياء والبرمجة والإلكترونيات. تم إدخال الروبوتات أيضًا في حياة طلاب المدارس الابتدائية والثانوية في شكل مسابقات روبوت مع شركة FIRST (للإلهام والاعتراف بالعلوم والتكنولوجيا).

المنظمة هي الأساس لمسابقة FIRST Robotics، و FIRST LEGO League، و Junior FIRST LEGO League، و FIRST Tech Challenge [10].

2-2-2-4- الروبوتات المعيارية "Modular robot"

الروبوتات المعيارية هي سلالة جديدة من الروبوتات المصممة لزيادة استخدام الروبوتات عن طريق تشكيل بنيتها.

من السهل زيادة وظائف وفعالية الروبوت المعياري مقارنة بالروبوتات التقليدية. تتكون هذه الروبوتات من نوع واحد من أنواع وحدات متطابقة ومختلفة ومتشابهة، أو وحدات ذات شكل متشابه، والتي تختلف في الحجم. يسمح هيكلها المعماري بالتكرار المفرط للروبوتات المعيارية، حيث يمكن تصميمها بأكثر من 8 درجات من الحرية (DOF) [11].

يعد إنشاء البرمجة والحركية العكسية وديناميكيات الروبوتات المعيارية أكثر تعقيدًا من الروبوتات التقليدية. يمكن أن تتكون الروبوتات المعيارية من وحدات على شكل حرف L، ووحدات مكعبة، ووحدات على شكل حرف U و H. تتيح تقنية ANAT، وهي تقنية روبوتية معيارية مبكرة حاصلة على براءة اختراع من شركة .Robotics Design Inc، إنشاء روبوتات معيارية من وحدات على شكل U و H تتصل في سلسلة، وتستخدم لتشكيل أنظمة روبوت معيارية غير متجانسة ومتجانسة.

يمكن تصميم "روبوتات ANAT" هذه باستخدام "n" DOF حيث أن كل وحدة عبارة عن نظام آلي كامل يتم طيه نسبيًا مع الوحدات المتصلة قبلها وبعدها في سلسلتها، وبالتالي تسمح الوحدة الفردية بدرجة واحدة من الحرية. كلما زاد عدد الوحدات المتصلة ببعضها البعض، زادت درجات الحرية التي تتمتع بها. يمكن أيضًا تصميم الوحدات على شكل حرف L في سلسلة، ويجب أن تصبح أصغر بشكل متزايد مع زيادة حجم السلسلة، حيث أن الحمولات المرتبطة بنهاية السلسلة تضع ضغطًا أكبر على الوحدات التي تكون أبعد عن القاعدة [12].

لا تعاني وحدات ANAT على شكل H من هذه المشكلة، حيث يسمح تصميمها للروبوت المعياري بتوزيع الضغط والتأثيرات بالتساوي بين الوحدات الأخرى المرفقة، وبالتالي لا تقل سعة حمل الحمولة مع زيادة طول الذراع. يمكن إعادة تكوين الروبوتات المعيارية يدويًا أو ذاتيًا لتشكيل روبوت مختلف، والذي قد يؤدي تطبيقات مختلفة.

نظرًا لأن الروبوتات المعيارية من نفس النوع المعماري تتكون من وحدات تتكون من روبوتات معيارية مختلفة، يمكن أن يتحد روبوت ذراع الثعبان مع آخر لتشكيل روبوت مزدوج أو رباعي الذراع، أو يمكن تقسيمه إلى عدة روبوتات متحركة، ويمكن أن تنقسم الروبوتات المحمولة إلى عدة مجموعات أصغر، أو تتحد مع الآخرين في واحدة أكبر أو مختلفة. وهذا يسمح للإنسان الآلي الفردي

بالقدرة على أن يكون متخصصًا بشكل كامل في مهمة واحدة، بالإضافة إلى القدرة على أن يكون متخصصًا لأداء مهام مختلفة متعددة [13، 14].

2-2-3- الاستخدامات الحديثة للروبوتات

في الوقت الحاضر، هناك نوعان رئيسيان من الروبوتات، بناءً على استخدامها: الروبوتات المستقلة للأغراض العامة والروبوتات المخصصة.

يمكن تصنيف الروبوتات حسب غرضها المحدد. قد يكون الروبوت مصممًا لأداء مهمة معينة بشكل جيد للغاية، أو مجموعة من المهام بشكل أقل جودة. يمكن إعادة برمجة جميع الروبوتات بطبيعتها لتتصرف بشكل مختلف، لكن بعضها مقيد بشكلها المادي. على سبيل المثال، يمكن لذراع روبوت المصنع أداء وظائف مثل القطع أو اللحام أو الالتصاق أو العمل كركوب أرض المعارض، بينما يمكن لروبوت الالتقاط والمكان فقط ملء لوحات الدوائر المطبوعة.

2-2-3-1- الروبوتات المستقلة للأغراض العامة

يمكن أن تؤدي الروبوتات المستقلة للأغراض العامة مجموعة متنوعة من الوظائف بشكل مستقل. يمكن للروبوتات المستقلة ذات الأغراض العامة التنقل بشكل مستقل في المساحات المعروفة، والتعامل مع احتياجات إعادة الشحن الخاصة بها، والتعامل مع الأبواب والمصاعد الإلكترونية، وأداء المهام الأساسية الأخرى.

مثل أجهزة الكمبيوتر، يمكن للروبوتات ذات الأغراض العامة الارتباط بالشبكات والبرامج والملحقات التي تزيد من فائدتها. قد يتعرفون على الأشخاص أو الأشياء، ويتحدثون، ويقدمون الرفقة، ويرصدون جودة البيئة، ويستجيبون للإنذارات، ويلتقطوا الإمدادات ويؤدون مهام أخرى مفيدة [15].

قد تؤدي الروبوتات ذات الأغراض العامة مجموعة متنوعة من الوظائف في وقت واحد أو قد تؤدي أدوارًا مختلفة في أوقات مختلفة من اليوم. تحاول بعض هذه الروبوتات تقليد البشر وقد تشبه الأشخاص في المظهر؛ يسمى هذا النوع من الروبوتات بإنسان آلي. لا تزال الروبوتات الشبيهة بالبشر في مرحلة محدودة للغاية، حيث لا يمكن لأي إنسان آلي، حتى الآن، التنقل فعليًا في جميع أنحاء غرفة لم يكن موجودًا فيها من قبل [16].

وهكذا، فإن الروبوتات التي تشبه البشر محدودة للغاية، على الرغم من سلوكها الذكي في بيئاتهم المعروفة.

2-2-3-2- الروبوتات الصناعية

إنتاج السيارات

على مدى العقود الثلاثة الماضية، سيطرت الروبوتات على مصانع السيارات. يحتوي المصنع النموذجي على مئات الروبوتات الصناعية التي تعمل على خطوط إنتاج مؤتمتة بالكامل، مع روبوت واحد لكل عشرة عمال بشريين. في خط الإنتاج الآلي، يتم لحام هيكل السيارة على الناقل، ولصقه، ودهانه، ثم يتم تجميعه أخيرًا في سلسلة من محطات الروبوت.

التعبئة والتغليف

تُستخدم الروبوتات الصناعية أيضًا على نطاق واسع في منصات التحميل وتعبئة البضائع المصنعة، على سبيل المثال لأخذ علب المشروبات بسرعة من نهاية حزام النقل ووضعها في الصناديق، أو لتحميل وتفريغ مراكز الآلات.

إلكترونيات

يتم تصنيع لوحات الدوائر المطبوعة بكميات كبيرة (PCBs) بشكل حصري تقريبًا بواسطة روبوتات الالتقاط والمكان، عادةً باستخدام معالجات SCARA، التي تزيل المكونات الإلكترونية الصغيرة من الشرائط أو الصواني، وتضعها على مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور بدقة كبيرة. يمكن لمثل هذه الروبوتات أن تضع مئات الآلاف من المكونات في الساعة، وهي تفوق بكثير أداء الإنسان من حيث السرعة والدقة والموثوقية [17].

الروبوتات العسكرية

تشمل الروبوتات العسكرية روبوت SWORDS الذي يستخدم حاليًا في القتال الأرضي. يمكن أن تستخدم مجموعة متنوعة من الأسلحة وهناك بعض النقاش حول منحها درجة معينة من الاستقلالية في مواقف ساحة المعركة [18].

روبوتات الرعاية الصحية

الروبوتات في الرعاية الصحية لها وظيفتان رئيسيتان. تلك التي تساعد الفرد، مثل المصاب بمرض مثل التصلب اللويحي، وتلك التي تساعد في الأنظمة العامة مثل الصيدليات والمستشفيات [19].

توجد أنواع أخرى كثيرة أيضاً من الروبوتات

2-3- الروبوتات التسلسلية

تعد الروبوتات التسلسلية هي الروبوتات الصناعية الأكثر شيوعًا وهي مصممة كسلسلة من الروابط المتصلة بواسطة مفاصل مشغلة بمحرك تمتد من القاعدة إلى المستجيب النهائي. غالبًا ما يكون لديهم هيكل ذراع مجسم يوصف بأنه يمتلك "كتف" و "كوع" و "معصم".

عادةً ما تحتوي الروبوتات التسلسلية على ستة مفاصل، لأنها تتطلب ست درجات على الأقل من الحرية لوضع كائن تم التلاعب به في وضع وتوجيه تعسفي في مساحة عمل الروبوت [20].

2-3-1- بنية الروبوت التسلسلي

يتكون الروبوت التسلسلي من عدد من الروابط الصلبة المتصلة بالمفاصل. أدت اعتبارات البساطة في التصنيع والتحكم إلى روبوتات ذات مفاصل ثورية أو موشورية فقط ومحاور مفصلية متعامدة ومتوازية و / أو متقاطعة (بدلاً من محاور مفصلية موضوعة بشكل عشوائي).

اشتق Donald L. Pieper أول نتيجة ذات صلة عمليًا في هذا السياق، يشار إليها باسم 321 بنية حركية: يمكن حل الحركية العكسية للمناولات التسلسلية بستة مفاصل ثورية، وثلاثة مفاصل متتالية متقاطعة، في شكل مغلق، أي بشكل تحليلي كان لهذه النتيجة تأثير هائل على تصميم الروبوتات الصناعية.

الميزة الرئيسية للمعالج التسلسلي هي مساحة عمل كبيرة فيما يتعلق بحجم الروبوت ومساحة الأرضية التي يشغلها [20].

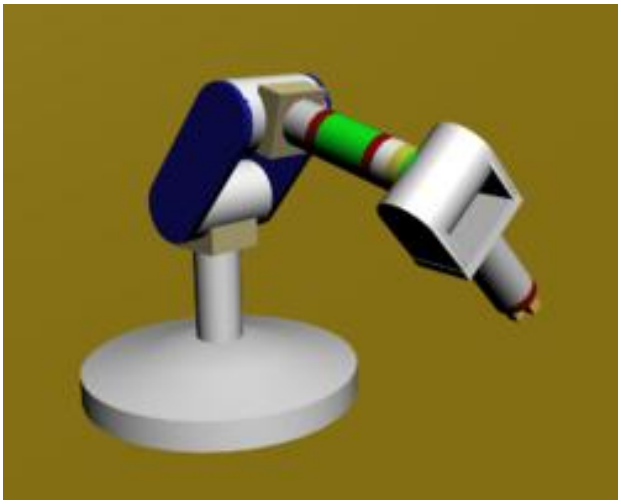


Figure 2- 1 مثال على ذراع تسلسلي مع ست درجات حرية.

2-3-2- معادلات الحركة

يتم اشتقاق موضع واتجاه المستجيب النهائي للروبوت من مواضع المفصل عن طريق نموذج هندسي لذراع الروبوت. بالنسبة للروبوتات التسلسلية، يكون التعيين من المواضع المشتركة إلى وضع المستجيب النهائي أمرًا سهلاً، ويكون التعيين العكسي أكثر صعوبة. لذلك، تمتلك معظم الروبوتات الصناعية تصميمات خاصة تقلل من تعقيد رسم الخرائط العكسي. **وسنتحدث تالياً عن النموذج المستخدم في مشروعنا هذا.**

2-3-3-مساحة العمل

مساحة العمل التي يمكن الوصول إليها للمستجيب النهائي للروبوت هي مجموعة الإطارات التي يمكن الوصول إليها.

تتكون مساحة العمل المتقنة من نقاط مساحة العمل التي يمكن الوصول إليها حيث يمكن للروبوت أن يولد سرعات تمتد عبر مساحة الظل الكاملة في تلك النقطة، أي يمكنه ترجمة الكائن الذي تم التلاعب به بثلاث درجات من الحرية، وتدوير الكائن بثلاث درجات من الدوران الحرية.

العلاقات بين الفضاء المشترك وإحداثيات الفضاء الديكارتية للكائن الذي يحتفظ به الروبوت متعددة القيم بشكل عام: يمكن الوصول إلى نفس الوضع بواسطة الذراع التسلسلية بطرق مختلفة، لكل منها مجموعة مختلفة من الإحداثيات المشتركة. ومن ثم، فإن مساحة العمل التي يمكن الوصول إليها للروبوت مقسمة إلى تكوينات (تسمى أيضًا أوضاع التجميع)، حيث تكون العلاقات الحركية محليًا واحد لواحد.

2-3-4- التفرد

التفرد هو تكوين مناور تسلسلي حيث لم تعد المعلمات المشتركة تحدد تمامًا موضع واتجاه المستجيب النهائي. تحدث التفردات في التكوينات عندما تتم محاذاة محاور المفصل بطريقة تقلل من قدرة الذراع على وضع المستجيب النهائي. على سبيل المثال، عندما يتم تمديد مناور متسلسل بالكامل، يكون ذلك فيما يُعرف باسم التفرد الحدودي.

دائمًا ما تكون الروبوتات التسلسلية التي تحتوي على أقل من ستة مفاصل مستقلة مفردة بمعنى أنها لا تستطيع أبدًا أن تمتد لمساحة ملتوية سداسية الأبعاد. غالبًا ما يطلق على هذا التفرد المعماري. عادة لا تكون التفرد نقطة معزولة في مساحة عمل الروبوت، ولكنها متشعب فرعي [21].

2-4. النماذج الهندسية Kinematic Modules

نحتاج عند دراسة الروبوتات التسلسلية إلى مصفوفات تحويل (transformation matrices)، حيث تربط كل مفصل من مفاصل الروبوت المدروس، بالمفصل الذي يليه.

تعبر مصفوفة التحويل ذات الحجم (4*4) عن (انتقال + دوران).

2-4-1. طريقة دينافيت هالاتينبرغ (Denavit Hartenberg)

تعد هذه الطريقة ا الأكثر شيوعاً للحصول على مصفوفات التحويل عند دراسة الروبوتات التسلسلية، حيث تتميز بالانتشار العالمي.

تصف مصفوفة Denavit Hartenbergالارتباط بين مفصلين متتالين على أنه دوران حول المحور **z**، ثم انتقال على المحور **z** يليه انتقال على المحور **x** تم دوران حول المحور **x**. يوضح الشكل (2-2) تمثيلاً للبارامترات الخاصة بهذه الطريقة، وتعطى مصفوفة دينافيت هارتنبرغ بالشكل:

$$A_i = Rot_{z,\theta_i} Trans_{z,d_i} Trans_{x,a_i} Rot_{x,\alpha}$$

$$A_i = \begin{bmatrix} c_{\theta_i} & -s_{\theta_i} & 0 & 0 \\ s_{\theta_i} & c_{\theta_i} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_i \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & c_\alpha & -s_\alpha & 0 \\ 0 & s_\alpha & c_\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_i = \begin{bmatrix} c_{\theta_i} & -s_{\theta_i} c_{\alpha_i} & s_{\theta_i} s_{\alpha_i} & a_i c_{\theta_i} \\ s_{\theta_i} & c_{\theta_i} c_{\alpha_i} & -c_{\theta_i} s_{\alpha_i} & a_i s_{\theta_i} \\ 0 & s_{\alpha_i} & c_{\alpha_i} & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

يتكون جدول DH من قيم المعلمات الأربعة (Θi،di،ai،αi) لكل مفصل من مفاصل الروبوت التسلسلي. علماً أن:

αi هي الزاوية بين المحور Zi-1 و المحور Zi حول المحور Xi.

Θi هي الزاوية بين المحور Xi-1 و المحور Xiحول المحور Zi-1.

di هي المسافة بين المحور Xi-1و المحور Xiعلى المحور Zi-1.

ai هي المسافة بين المحور Zi-1و المحور Zi على المحور Xi.

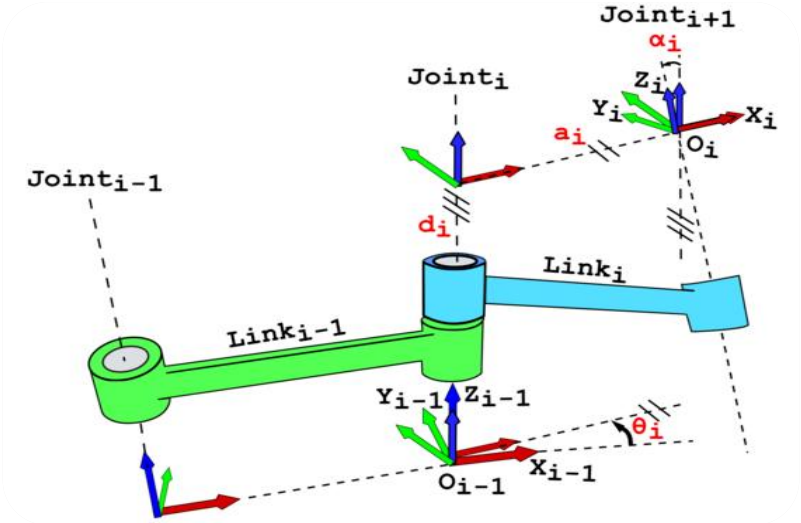


Figure 2- 2 توضيح بارامترات دينافيت هارتنبرغ.

المصفوفة الناتجة عن تعويض بارامترات كل مفصل في مصفوفة دينافيت هارتنبرغ، حجمها (4*4) حيث تصف كل منها العلاقة بين كل مفصل والمفصل الذي يليه تباعاً، ويعبر الجزء (3*3) منها عن مصفوفة دوران أمّا العمود الأخير منها فهو شعاع يعبر عن الموقع، عدد المصفوفات التي تحوي متغيرات مفصلية n بعدد درجات الحرية التي يملكها الروبوت المدروس، يمكن وجود مصفوفات انتقال أو تدوير ثابتة أي لا تحوي متغير مفصلي.

$$T0N= \begin{bmatrix} R & P \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Where: R: Rotation Matrix (3*3) , P: Position (x,y,z)

2-4-2. النموذج الهندسي المباشر

ينتج عن تعويض بارامترات دينافيت هارتنبرغ، لكل مفصل من مفاصل الروبوت في مصفوفة دينافيت، مصفوفة تحويل خاصة بذلك المفصل. هذه المصفوفات حجمها (4*4) تصف كل منها التحويل (دوران/ انتقال) بين كل مفصل والمفصل الذي يليه تباعاً.

عدد المصفوفات التي تحوي متغيرات مفصلية ثلاثة بعدد درجات الحرية التي يملكها الروبوت ناريو، نلاحظ وجود مصفوفة ثابتة (لا تحوي متغير مفصلي). عن طريق ضرب جميع المصفوفات الناتجة بالتتالي، نحصل على مصفوفة التحويل T03 التي تصف حركة الروبوت بشكل كامل.

يستخدم هذا النموذج لمعرفة الموقع التي تصل له النهاية المؤثرة للروبوت عندما تتحرك مفاصله بزوايا معينة (t1,t2,t3).

أي عند تعويض الزاوية التي نختار لكل مفصل أن يتحرك بها، يعطي النموذج الهندسي المباشر الموقع والتوجه للنهاية المؤثرة للروبوت.

النموذج الهندسي المباشر ناتج عن ضرب مصفوفات التحويل بشكل جبري، لذلك يعطي لنا حلاً وحيداً فقط.

النموذج الهندسي المباشر

تم تطبيق النموذج الهندسي المباشر على الذراع الخاص بمشروعنا، باستخدام طريقة دينافيت هالاتينبرغ بحسب جدول دينافيت الموضح بالجدول الموضحة في الجدول التالي:

	α	$\propto$	δ	θ
1	3.5	$\frac{-\pi}{2}$	4	$\theta 1 = t1$
2	14	0	0	$\theta 2 = t2$
3	19	0	0	$\theta 3 = t3$

حيث أن 1 تدل على المتغير المفصلي الأول theta1=t1

حيث أن 2 تدل على المتغير المفصلي الثاني theta2=t2

حيث أن 3 تدل على المتغير المفصلي الثالث theta3=t3

وبالتالي، تكون المصفوفات التحويل الخاصة بالنموذج هي:

$$T_0^1 = \begin{bmatrix} C1 & 0 & -S1 & 3.5C1 \\ S1 & 0 & C1 & 3.5S1 \\ 0 & -1 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_1^2 = \begin{bmatrix} -S2 & -C2 & 0 & -14S2 \\ C2 & -S2 & 0 & 14C2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_2^3 = \begin{bmatrix} C3 & S3 & 0 & 19C3 \\ S3 & C3 & 0 & 19S3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_0^2 = \begin{bmatrix} -C1S2 & -C1C2 & -S1 & -19C1S2 + 3.5C1 \\ -S1S2 & -C2S1 & C1 & -19S1S2 + 3.5S1 \\ -C2 & S2 & 0 & 4 - 14C2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_0^3 = \begin{bmatrix} -S23C1 & -C23C1 & -S1 & -19S23C1 - 14C1 + 3.5C1 \\ -S23S2 & -C23S1 & C1 & -19S23S1 - 14S2S1 + 3.5S1 \\ -C23 & S23 & 0 & 4 - 14C2 - 19C23 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

النموذج الهندسي العكسي

النموذج الهندسي العكسي لروبوت يمتلك n درجة حرية:

هو النموذج الذي ندخل له الإحداثيات الحقيقية المطلوب الوصول إليها أي الموقع (ex,ey,ez)

فنحصل من حل النموذج على جميع تتاليات المتغيرات المفصلية (الزوايا:t1,t2,t3) ، التي تضع النهاية المؤثرة للروبوت في (الموقع) المطلوب.

عادةً نحصل على حل النموذج العكسي من تطبيق التحويلات المثلثية والرياضية على مصفوفة T0N التي تصف الروبوت بشكل كامل، مما يمكننا من تحديد علاقات مثلثية تتيح لنا معرفة قيم تتاليات الزوايا (المتغيرات المفصلية)

حساب الزاوية الأولى:

Theta1,1=arctan2(ex,ey)

Theta1,2=arctan2(-ex,-ey)

حساب الزاوية الثالثة :

نحسب قيمة cos(theta3) من المعادلات فتكون sin(theta3) :

$$\sin(t3) = \sqrt{1 - \cos(t3)^2}$$

$$theta3{,}1 = atan2(+\sqrt{1 - \cos(t3)^2}\ , \cos(t3))$$

$$theta3{,}2 = atan2(-\sqrt{1 - \cos(t3)^2}\ , \cos(t3))$$

حساب الزاوية الثانية :

بحسب $c2(-14 - 19c3) + s2(19s3) = z - 4$

$$a = -14 - 19c3$$

$$b = 19s3$$

$$c = ez - 4$$

$$theta2{,}1 = atan2\left(c, +\sqrt{a^2 + b^2 - c^2}\ \right) - arctan2(\frac{a}{b})$$

$$theta2{,}1 = atan2\left(c, -\sqrt{a^2 + b^2 - c^2}\ \right) - arctan2(\frac{a}{b})$$

النموذج المباشر للسرعة

مصفوفة الجاكوبيان للروبوت :

$$J = \begin{bmatrix} 19S23S1 + 14S1S2 - 3.5S1 & -14C23C1 - 19C23C1 & -19C23C1 \\ -19S23C1 - 14S2C1 + 3.5C1 & 14C2S1 + 19C23S1 & -19C23S1 \\ 0 & 19S23 + 14S2 & 19S23 + 4.5(S1 + C1) - 3.5 \\ 0 & -S1 & -S1 \\ 0 & C1 & C1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\xi = \begin{bmatrix} v0 \\ \omega 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} vo3x \\ vo3y \\ vo3z \\ \omega o3x \\ \omega o3y \\ \omega o3z \end{bmatrix} = J \times \begin{bmatrix} q_1^0 \\ q_2^0 \\ q_3^0 \end{bmatrix}$$

السرعات الخطية والسرعات الزاوية

مشتق المتغيرات المفصلية

دراسة حالة التفرد singularity

تدرس حالة التفرد عن طريق حساب محدد (determinant) الجزء الخاص بالسرعة الخطية من مصفوفة الجاكوبيان

للروبوت:

$$det = 931 * s3 - 5054c2 - 3724s2 * s3 + 5054c2c3^2 - 5054 * c3s2s3$$

عندما يساوي المحدد صفر يدخل الروبوت في حالة تفرد نلاحظ أن ذلك يحدث عندما تكون :

S3=0 و C2=0 أي عندما تكون الزاوية $\text{theta3} = 0, \pi$ و$\text{theta2} = +\frac{\pi}{2}, -\frac{\pi}{2}$

يجب منع الروبوت من الدخول في هذه الحالة عن طريق البرمجة أو المواصفات الميكانيكية .

معالجة الصورة

1- أساسيات معالجة الصورة

يمكن للبعض أن يتصور أن المعالجة الرقمية للصور تعني فقط عمليات تزيّن الصور وإدخال بعض الزخارف والرسوم عليها أو حذفها لتظهر بعد ذلك في مظهر آخر يختلف عن الأصل، إلا أن المعالجة الرقمية للصور تتعدى ذلك بل إنها في الحقيقة تكاد لا تهتم بهذا الجانب من معالجة الصور أصلاً. حيث أنه يتم هنا التركيز على التشفير الرقمي المناسب للصور وإيجاد طرائق لمعالجة هذه البيانات الرقمية حتى تكون هذه الصور أو المعلومات التي تحملها الصور قابلة للاستعمال من قبل الآلة التي يمكن أن تكون جهاز حاسوب أو رجل آلي أو ذراع روبوت أو غيره من الماكينات.

معالجة الصورة (image processing) هي أحد فروع علم الحاسب والمعلوماتية، تهتم بإجراء عمليات على الصور بهدف تحسينها طبقاً لمعايير محددة أو استخلاص بعض المعلومات منها.

يتألف نظام معالجة الصور التقليدي من ستة مراحل متتالية، وهي على الترتيب:

1. التقاط الصورة (image acquisition): بواسطة حساس ضوئي (على سبيل المثال آلة تصوير، حساس ليزر وغير ذلك).
2. المعالجة المبدئية (pre-processing): كتصفية الصورة من التشويش أو تحويلها إلى صورة ثنائية.
3. تقطيع الصورة (segmentation): لفصل المعلومات المهمة (على سبيل المثال أي جسم في الصورة) عن الخلفية.
4. استخلاص المميزات (features extraction) أو الصفات.
5. تصنيف المميزات (classification) وربطها بالنمط الذي تعود اليه والتعرف على الأنماط.
6. فهم الصورة (image understanding).

تستخدم نظم معالجة الصورة في الكثير من التطبيقات ولاسيما تطبيقات التحكم الآلي، الإنسان الآلي، الرؤية الحاسوبية وغيرها..

2- عمليات معالجة الصورة

لا تقتصر هذه العمليات على تلك التي يكون دخلها وخرجها صورة، بل تمتد إلى تلك التي يكون دخلها صورة وخرجها خصائص وسمات مستخرجة من الصورة. هذه العمليات موضحة بالشكل .

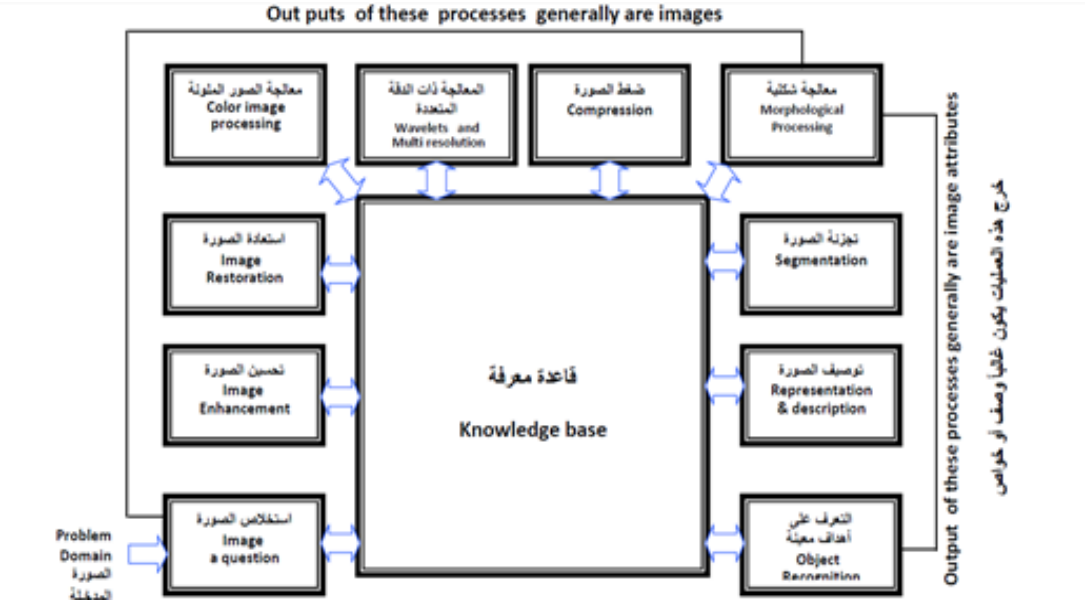


Figure 2-3 عمليات معالجة الصورة

تحسين الصورة (Image Enhancement)

هناك العديد من الخوارزميات لتحسين الصور حسب الغرض المراد، فمن الأغراض المهمة تنقية الصورة من التشويش، والذي ينتج لعدة أسباب كحساس الكاميرا أو أثناء نقل وتخزين الصورة، وكذلك يتم تحسين الصورة بتقليل أو إزالة الضبابية من الصورة. من الأمور المهمة قبل معالجة الصورة تصحيح وإعادة توزيع الألوان والإضاءة، ويتم ذلك بعدة طرق حسب الحاجة، كتوزيع درجات الألوان بالتساوي أو زيادة أو تقليل التباين والسطوع.

ضغط الصورة (Compression Image)

يهتم ضغط الصورة بالخوارزميات التي تقلل كمية البيانات اللازمة لتمثيل الصورة بغرض تقليل حجمها التخزيني. ضغط الصور مهم جداً، فبدونه سيكون من الصعب مشاركة الصور من خلال الإنترنت وستشغل الصور مساحات ضخمة من القرص الصلب.

تقسيم الصورة (Segmentation Image)

يعتبر التقسيم الآلي للصورة من المجالات المهمة في معالجة الصور، والمقصود بتقسيم الصورة فصل العناصر المميزة في الصورة عن العناصر الأخرى. ويمكن عمل ذلك بعدة طرق كاكتشاف الحواف المميزة أو الأجزاء المتجانسة لوناً أو

نقشاً أو حسب معلومات مسبقة عن العنصر المراد. بعد فصل هذه العناصر المميزة نستطيع إجراء العديد من العمليات كالتعرف عليها أو قياس حجمها.

3. الفصل الثالث

المتحكم والمشغلات والملحقات المستعملة في المشروع

لفهم سبب اختيار عناصر المشروع لتلائم النتائج المرجوة لا بد لنا من توضيح نظري لما سيتم استخدامه في مشروعنا، سنتعرف في هذا الفصل على الأجزاء المستخدمة في دارات المشروع وشرح نظري عن خصائص وأنواع كل منها.

3-1. الأردوينو

الأردوينو كومبيوتر صغير الحجم بإمكانه التفاعل والتحكم في الوسط المحيط به بشكل أفضل من الكومبيوتر المكتبي، وتقنياً هو منصة Platform برمجية مفتوحة المصدر تتكون من متحكم إلكتروني Micro-Controller وبيئة تطويرية تكاملية لكتابة البرمجيات IDE [23].

يتميز أردوينو عن باقي البوردات التطويرية للمتحكمات الدقيقة الأخرى بمدى سهولة التعامل معها، وبساطة اللغة البرمجية المستخدمة، والتي عمل فريق من ايطاليا على تطويرها منذ عام 2005 حتى الآن. لغة أردوينو البرمجية هي لغة Processing ولغة C التي تعد أساس لغات البرمجة الحديثة وصاحبة ثورة تقنية البرمجيات.

قد يظن البعض أن أردوينو مصمم للهواة فقط لكن هذا ليس صحيح، حيث تم تطويره لمناسبة جميع المستويات من الهواة وانتهاء بالمشاريع المتطورة، والدليل ميزته الجبارة، التي تجعل أردوينو على قمة المتحكمات الدقيقة، وهي إمكانية دمجه في مشاريع يتم برمجتها بلغات هندسية متطورة مثل Java وMatlab. حيث تجد مكتبات برمجية جاهزة بلغة الماتلاب خاصة بالتعامل مع أردوينو [24].

3-2. محركات خطوية STEPPER MOTORS

المحركات الخطوية ويطلق عليها أيضاً المحركات متدرجة الحركة، بعد التقدم العلمي الذي أحرز في مجال الكترونيات القدرة، الذي تجلى في إمكانية وصل وفصل تيار مستمر ذي قيمة عالية في ملفات المحركات، حيث بدأ التفكير في استخدامها عندما بدأ الطلب على جهاز يمكن أن يعطي حركة دورانية في صورة انحراف زاوي ثابت. عملياً يمكن ربط المحرك الخطوي مع الحاسب الآلي أو المعالجات الصغيرة التي تستطيع التحكم به لأداء وظائف معينة [28].

يستخدم المحرك الخطوي في الآلات الصغيرة التي تحتاج لدقة في تحكم بمحركاتها مثل الطابعة وقاطع الليزر وغيرها.

من أهم ميزات هذا النوع من المحركات أنه يمكن التحكم في عدد وسرعة دوراته وزاوية التوقف بدقة. يستخدم هذا المحرك أيضاً في التطبيقات الروبوتية، نظراً لإمكانية التحكم في إيقافه عند زاوية محددة.

ومما يميز هذا المحرك أيضاً أنه يعتمد على النظام الثنائي في التشغيل حيث يلاحظ أنه يخرج منه أربع أو خمس أسلاك تسمح له بتلقي تتابع معين. فمثلاً إذا استقبل التتابع الآتي: 0001 التي تكافئ 1 في النظام العشري فإنه سيتحرك بزاوية مقدارها 90 درجة في اتجاه دوران معين، أما في حال استقبال 1000 التي تكافئ 8 في النظام العشري فإنه يدور في الاتجاه المعاكس [29، 30].

3-2-1. المحرك الخطوي Nema 17

يوضح الشكل (3-5) المحرك الخطوي Nema 17، الذي استخدم في مشروعنا للحركة الأولى. ويتميز بما يلي [31، 32]:

- درجة الخطوة: 1.8 درجة
- طول الموتور: 34 ملم
- التيار: 04 أمبير
- جهد العمل: 12 فولت
- العزم: 2.6 كجم.سم
- ماسكة عزم الدوران: 120 جم.سم
- الوزن: 0.22 كجم

Figure 3- 1 محرك خطوي.Nema 17

3-2-2. محرك خطوي 28BYJ-48 5V

استخدم في المشروع أيضاً محركان من النوع BYJ-48 5V28، وهو موضح في الشكل (3-6).

رغم صغر حجم الموتور الخطوي BYJ-4828 والعامل على جهد تشغيل 5 فولت إلا أن وجود تروس تقليل السرعة والتي تقريبا تعادل 64:1 يعمل على توليد عزم عالي مقارنة بحجم هذا الموتور [32].

Figure 3- 2 محرك خطوي BYJ-48 5V.28

يتميز بما يلي:

- ✓ جهد تشغيل 5 فولت
- ✓ عدد الأطوار: 4
- ✓ نسبة التروس: 64:1
- ✓ التردد: 100 هرتز

- ✓ عزم الإحتكاك: 600 – 1200 ج.سم
- ✓ الضوضاء: أقل من 35 ديسيبل

3-3-محركات السيرفو SERVO MOTORS

3-3-1 محرك MG955

إن محركات السيرفو هي عبارة عن محركات تيار مستمر DC مجهزة بدارة الكترونية للتحكم بدقة في اتجاه دوران عمود الموتور ووضعه ومجموعة المسننات. يستجيب محرك السيرفو بطريقة سريعة لتوصيل وفصل المنبع الكهربائي، حيث يمكن أن تصل سرعته إلى الصفر بمجرد فصل المنبع.

محرك السيرفو يقبل عمليات الفصل والتوصيل، وفي هذه المحركات تكون علاقة تغير السرعة مع الجهد خطية. يبقى المحرك في حالة استقرار عند تغير التحميل عليه، او عند تغير الجهد المسلط عليه.

تم تفضيل محركات السيرفو عن باقي المحركات "DC Motors, Stepper Motor" لأنه يعطي دقة كبيرة في التحكم في زاوية دورانه وسرعته. يحوي على مشفر Encoder يقيس فرق الزوايا ويذهب إلى الزاوية المطلوبة بدقة كبيرة، وإذا حدث قصور ذاتي يرجع إلى الزاوية المطلوبة ولا ينحرف عنها، وبذلك فهو closed loop، ويحتوي على Feedback System، كما أن سعره مناسب بالنسبة إلى العزم الكبير الذي يعطيه.

العامل الأساسي في تحديد مكان عمود الدوران هو potentiometer، وهو عبارة عن مقاومة متغيرة تؤدي إلى تغير في قيمة الجهد الناتج تحدد الدارة الالكترونية وضع محور الدوران بدقة.

أجزاء محرك السيرفو

يحتوي محرك السيرفو أربعة أجزاء، الشكل، هي:

a) دارة التحكم: وظيفتها استلام إشارة التحكم من الميكروكونترولر"Microcontroller" وتشغيل المحرك.
b) الموتور: وظيفته القيام بالحركة.
c) مجموعة المسننات، وظيفتها مضاعفة الشرعة وزيادة العزم.
d) المقاومة المتغيرة، وظيفتها إعطاء قيمة جهد تناظر وضع عامود دوران المحرك بناء على قيمة مقاومتها، وهي تتحرك مع عمود دوران المحرك.

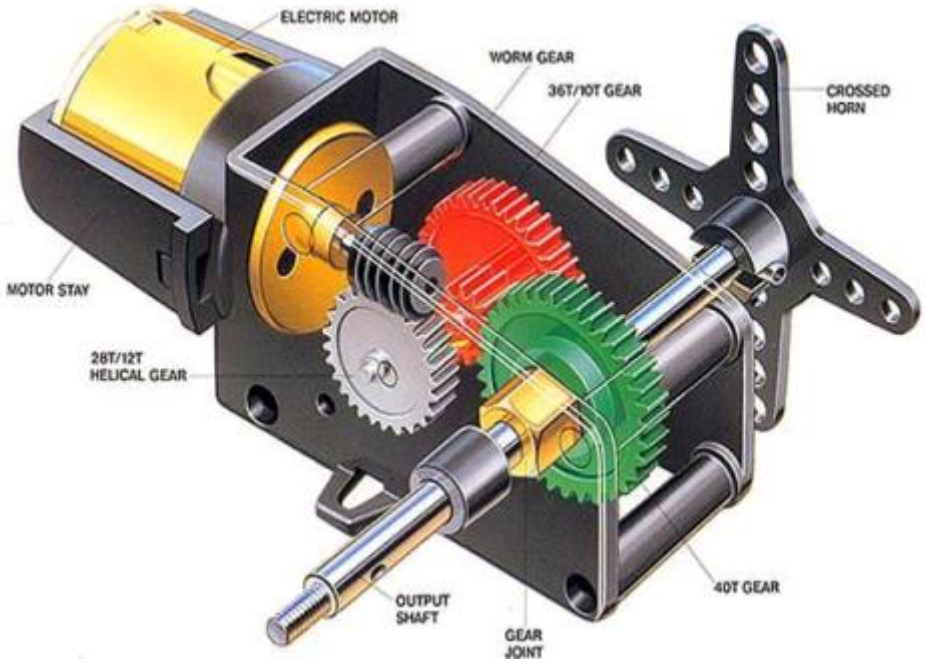


Figure 3-3 محرك السيرفو ومكوناته

آلية عمله

لمحرك السيرفو ثلاثة أقطاب، الأول يغذى بـــ 5 أو 6 فولط، والثاني هو الجهد المرجعي GND، أما القطب الثالث فهو قطب التحكم.

يمرر إلى قطب التحكم نبضات متغيرة العرض PWM ذات عروض ضمن المجال 1 إلى 2 ميللي ثانية، وهي توافق دوران المحرك 180 درجة.

تتطبق هذه النبضات بشكل مستمر على المحرك وبتردد 40 إلى 50 هرتز (لا يعمل المحرك بدون نبضات التحكم)، وتجدر الإشارة إلى أهمية حدود عرض النبضة والتردد اللازم لها، لأن أي خروج عن المجالات المذكورة يؤدي إلى إتلاف المحرك [26].

ميزات محركات السيرفو

تتميز محركات السيرفو بما يلي [26]:

- ❖ الاستهلاك الضعيف للتيار مقارنة مع المحركات الخطوية.
- ❖ عزوم قوية تصل إلى 40 كغ.سم، وذلك لوجود علبة السرعة الميكانيكية المدمجة.
- ❖ التوافر بأحجام مختلفة لتلائم جميع التطبيقات.
- ❖ إمكانية العمل لفترات طويلة دون ارتفاع درجة حرارتها.

3-4. موديول القيادة ULN2003

استخدمنا هذا الموديول للتحكم في المحرك الخطوي 28BYJ-48.

ULN2003 عبارة عن مجموعة ترانزستور مركبة عالية الجهد تحمل الجهد العالي ، وتتألف من سبعة ترانزستورات مركبة من السيليكون NPN [33].

استخدمت في مشروعنا هذا للتحكم بالمحركين الخطويين 28BYJ-48 5V، وهي موضحة في الشكل

Figure 3- 4 موديول ULN2003

خصائص موديول ULN2003

كل زوج من دارلينجتون في ULN2003 متصل في سلسلة بمقاوم قاعدة 2.7 كيلو، يمكن توصيله مباشرة بدارات TTL و CMOS تحت جهد تشغيل V5، ويمكنه معالجة البيانات التي كانت تتطلب في الأصل مخازن منطقية قياسية للمعالجة.

يتميز ULN2003 بجهد عمل عالٍ وتيار عمل عالٍ، ويمكن أن يصل تيار الحوض إلى 500 مللي أمبير، ويمكن أن يتحمل جهدًا قدره 50 فولت عند إيقاف تشغيله، ويمكن أيضًا تشغيل الإخراج بالتوازي مع تيار الحمل العالي [33].

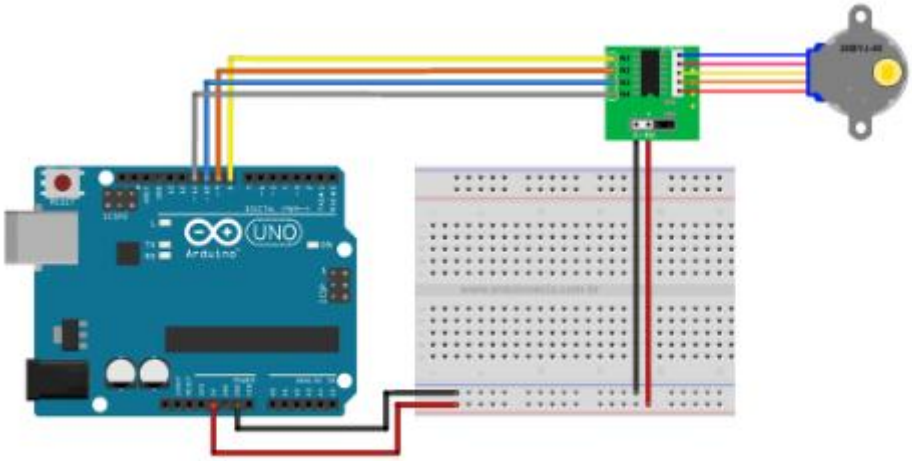


Figure 3- 5 توصيل المحرك الخطوي BYJ-4828 مع الأردوينو وموديول القيادة ULN2003

.

3-5. دارة القيادة A4988

استخدمت هذه الدارة للتحكم في المحرك الخطوي Nema 17.

يتميز برنامج التشغيل دارة القيادة هذه بحدود قابلة للتعديل للتيار، وحماية من التيار الزائد، وخمس درجات دقة مختلفة للميكروستب. تعمل من 8 فولط إلى 35 فولط ويمكنها توصيل ما يصل إلى 1 أمبير تقريباً لكل مرحلة [34]، ويوضح الشكل (3-9) دارة القيادة.

Figure 3- 6 دارة القيادة A4988

خصائص دارة القيادة A4988

واجهة بسيطة للتحكم في الخطوة والاتجاه.

خمس درجات دقة مختلفة: خطوة كاملة، نصف خطوة، ربع خطوة، الخطوة الثامنة، والخطوة السادسة عشرة.

يتيح التحكم القابل للتعديل ضبط أقصى خرج للتيار باستخدام مقياس apotentiometer، والذي يتيح بدوره استخدام فولتية أعلى من الجهد المقنن للمحرك الخطوي الخاص بك لتحقيق معدلات خطوات أعلى.

الإغلاق الحراري الزائد عن درجة الحرارة، والإغلاق تحت الجهد الكهربائي، وحماية التيار المتقاطع [35].

حماية من الحمل الأرضي والقصير.

3-6. حساس نهاية شوط

تعتبر حساسات نهاية الشوط من اهم الحساسات المستخدمة في التحكم الآلي ولها تطبيقات عديدة خصوصاً مع المتحكم الأردوينو [36].

فكرة عملها: تحمل حساسات نهاية الشوط عددا من نقاط التوصيل ويتغير وضع هذه النقاط عند اصطدام شيء ما بها لتعمل هذه النقاط على تشغيل حمل ما أو ايقافه أو اصدار تنبيه الخ .. وذلك حسب التطبيق المطلوب وتبعاً لدائرة التحكم لذلك تستخدم في: الروافع والمصاعد وخطوط الانتاج والسير الكهربائي وغيره...[37].

أجزاء حساس نهاية الشوط

1- actuator: وهو الجزء الذي يصطدم به الحمل الميكانيكى (مثل غرفة المصعد أو منتج ما على سير كهربائي ...)، مما يؤدى الى الضغط على نقاط التوصيل وتغيير حالتها، وقد يكون مزود بنابض spring ليرجع لوضعه بعد ابتعاد الحمل الميكانيكي الضاغط عليه، وقد لا يكون مزود بهذا النابض ويتم الاختيار من بينهما حسب التطبيق المطلوب.

2- head: هذا الجزء العلوى من المفتاح يحتوى ال actuator و يقوم بنقل إشارة الحركة منه الى نقاط التوصيل.

3- contacts: مجموعة من نقاط التوصيل ممكن ان تكون Normally closed أو Normally opened، وعادة تكون زوج من النقاط أحدهما NC والاخرى NO.

4- terminals: وهي مكان تركيب اسلاك التحكم الواصلة بنقاط التوصيل وبالطبع توجد براغي ربط لتثبيت هذه الأسلاك.

5- body: جسم مفتاح نهاية الشوط ويحتوي جميع أجزاءه وعادة يصنع من المعدن.

6- switch base: قاعدة limit switch وتحتوي على براغي ربط لتثبيته في المكان المخصص له [38].

تم استخدام ثلاث حساسات نهاية شوط في مشروعنا، حساس لكل محرك.

Figure 3- 7 بعض أشكال حساسات نهاية الشوط.

3-7 المشفرات الضوئية Optical Encoders

عبارة عن مصدر ضوء و حساس ضوء ، يفصل بينهم قرص مثبت على محور الدوران في المحرك ،

و القرص يحتوي على عدد معين من الثقوب التي تسمح بمرور الضوء عبرها.

عند دوران المحرك يمر الضوء بشكل متقطع من خلال القرص و بالتالي تنتج سلسلـــة من النبضات يمكن قراءتها من خلال حساس الضوء .

هذا النوع من المشفرات يسمى المشفر التزايدي (incremental encoder) ، لانه يتكون من مسار واحد من الثقوب كما هو موضح في الشكل التالي .

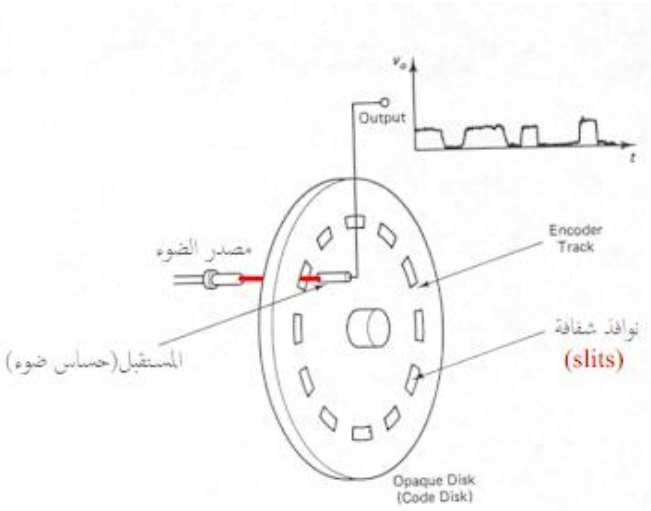


Figure 3- 8 مبدأ عمل المشفر الضوئي التزايدي

3-8 لوحة المفاتيح KEYPAD

تعد لوحات مفاتيح Matrix من أكثر أنواع لوحات المفاتيح انتشاراً حيث أننا نراها على الهواتف المحمولة، والآلات الحاسبة، وأفران الميكروويف، وأقفال الأبواب.

تصنع لوحات المفاتيح الغشائية من مادة غشاء رقيقة ومرنة. قد تأتي في أحجام 4 × 3 ، 4 × 4 وغيرها. بغض النظر عن حجمها، فإنها تعمل بنفس الطريقة.

Figure 3- 9 لوحة المفاتيح المستعملة في مشروعنا

مبدأ العمل:

يؤدي الضغط على زر إلى قصر أحد خطوط الصفوف وأحد خطوط العمود، مما يسمح للتيار بالتدفق بينهما. على سبيل المثال، عند الضغط على المفتاح "4"، يتم اختصار العمود 1 والصف 2.

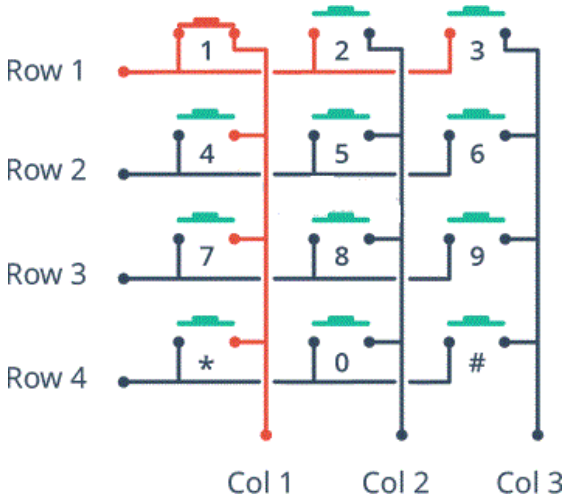


Figure 3-10 توضيح مبدأ عمل لوحة المفاتيح

3-9الشاشات الكريستالية السائلة LCD

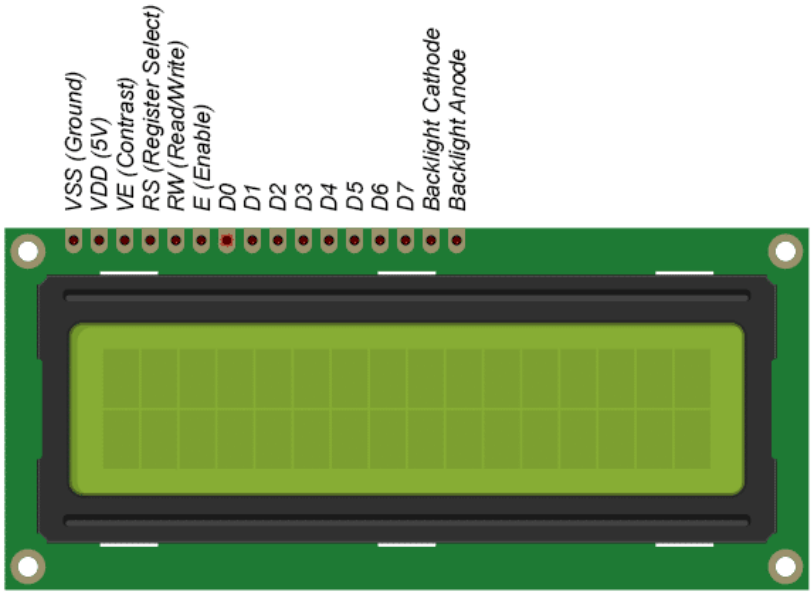


Figure 3-11 شاشة lcd 16*2 مع توضيح منافذها

تعد شاشة LCD مقاس 16 × 2 وحدة أساسية جدًا وتستخدم بشكل شائع في الأجهزة والدارات المختلفة. قياس 16 × 2 يعني أنه يمكنه عرض 16 محرفًا في كل سطر ويوجد سطرين في شاشة LCD هذه، يتم عرض كل محرف في مصفوفة 5 × 7 بكسل.

نوضح كيفية وصل الشاشة تقليدياً مع متحكم أردوينو في الشكل التالي:

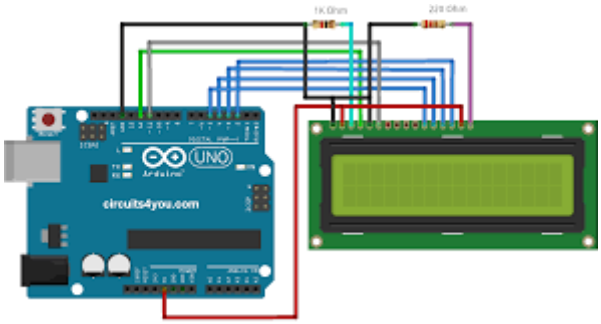


Figure 3-2 توضيح توصيل lcd مع أردوينو

نلاحظ كمية التوصيلات الكثيرة وعدد المنافذ الكبير التي تحجزه توصيله الشاشة مع أردوينو مما يعد مشكلة في مشروعنا، لذلك نلجأ لاستعمال بروتوكول I2C لحل المشكلة.

نستعمل I2C LCD ADAPTER يوجد في داخلها شريحة 8- Bit I / O Expander - PCF8574.

تقوم هذه الشريحة بتحويل بيانات I2C من Arduino إلى البيانات المتوازية التي تتطلبها شاشة LCD. تأتي اللوحة أيضًا مع أداة تقليم صغيرة لإجراء تعديلات دقيقة على تباين الشاشة.

يصبح التوصيل كما هو موضح في الشكل التالي :

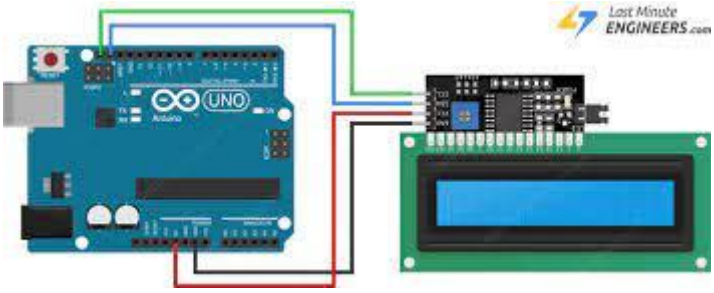


Figure 3-3 توصيل الشاشة مع أردوينو باستعمال بروتوكول I2C

3-10 شريحة HC-05

تعد وحدة HC-05 Bluetooth Module وسيلة سهلة لاستخدام وحدة Bluetooth SPP (بروتوكول المنفذ التسلسلي)، وهي مصممة لإعداد اتصال تسلسلي لاسلكي شفاف. يتم ذلك عبر الاتصال التسلسلي مما يجعل طريقة سهلة للتفاعل مع وحدة التحكم أو الكمبيوتر الشخصي.

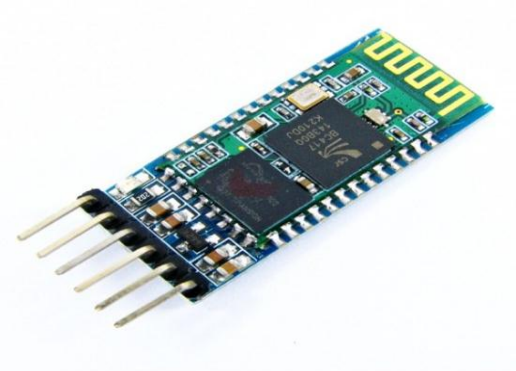


Figure 3- 4 1 شريحة HC05

تستخدم شريحة HC-05 – المصممة لاستبدال توصيلات الكابلات – الاتصالات التسلسلية للتواصل مع الإلكترونيات. عادةً يتم استخدامه لتوصيل الأجهزة الصغيرة مثل الهواتف المحمولة باستخدام اتصال لاسلكي قصير المدى لتبادل الملفات أو إعطاء الأوامر للمتحكمات. يستخدم نطاق التردد 2.45 جيجا هرتز.

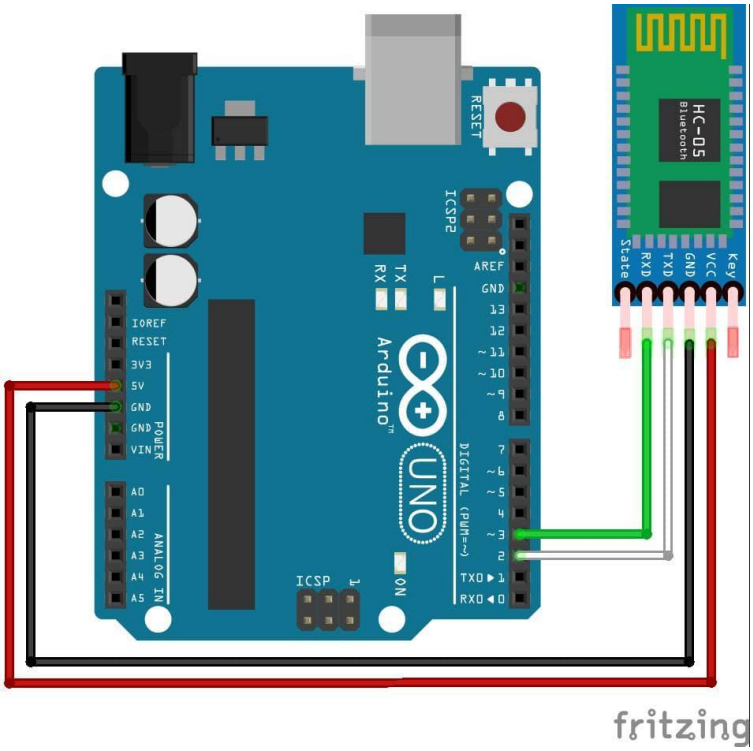


Figure 3- 5 1 توصيل شريحة HC05 مع أردوينو

4. الفصل الرابع
التطبيق والنتائج

تم قص لوح معدني بأبعاد مناسبة ليشكل قاعدة للذراع، أما الذراع الروبوتية فقد تم تصميمها بواسطة برنامج الـــ Solid works، وهو عبارة عن تطبيق خاص بالتصميم الميكانيكي ثلاثي الأبعاد

(التصميم بمساعدة الكمبيوتر). يعمل هذا البرنامج تحت بيئة مايكروسوفت ويندوز تم تطويره من قبل شركة Dassault Systèmes SolidWorks Corp إحدى شركات مجموعة (Dassault Systèmes, S. A) في فرنسا [39].

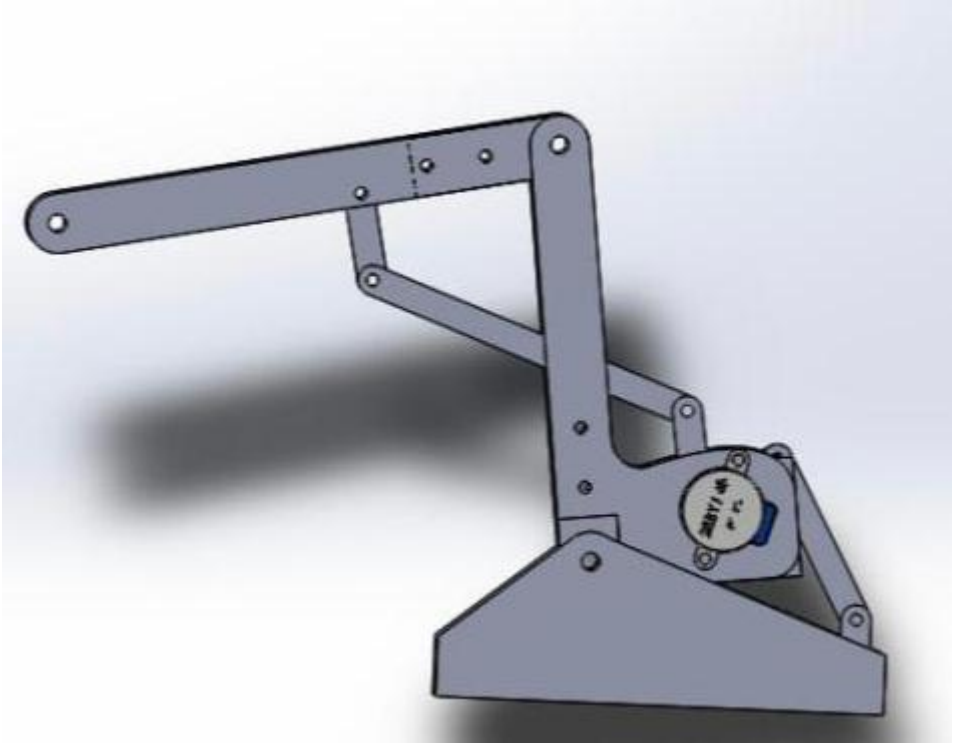


Figure 4- 1 تصميم الذراع على برنامج الـsolid works.

ويمتاز سوليدووركس بسهولة النمذجة وتحريك النموذج واختباره. هو البرنامج الأول في مجاله والذي يختص بتصميم المجسمات الهندسية ثلاثية الابعاد. يقدم حلا متكاملا لمشاهدة التصميمات الهندسية بشكل ثلاثي الأبعاد وواقعي إلى أقصى حد. فهو يعتبر المحاكي الأمثل والذي سيساعدك في خلق رؤية أوضح لتصاميمك واختراعاتك الهندسية وسيسهل لك العمل بشكل ملحوظ.

بعد الانتهاء من تصميم أجزاء نموذج مشروعنا، تم قص هذه الأجزاء من مادة الألمنيوم قصاً يدوياً، ويوضح الشكل (4–2) بعض الأجزاء.

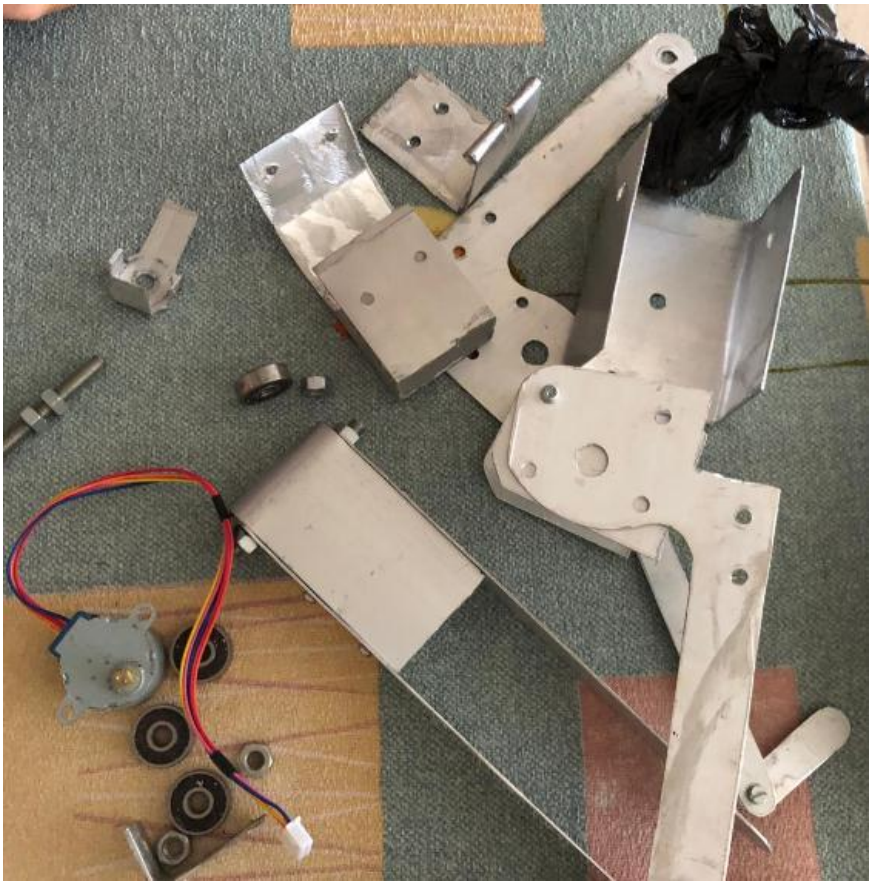


Figure 4- 2 اجزاء الذراع.

4-1. الجزء الميكانيكي- الكهربائي للمشروع

بعد استعراض الأساس والمفهوم النظري الخاص بالقطع المستخدمة في التصميم، بدأنا مرحلة تركيب وتوصيل هذه الأجزاء. تم تثبيت المحرك NEMA17 والمسؤول عن حركة قاعدة الذراع أسفل القاعدة، أما المحركين الخطويين من النوع 28BYJ-48 5V فثبتا عند مفصل الذراع، المحرك الأول مسؤول عن حركة الذراع إلى الأمام والخلف، والثاني يقوم بالتحريك إلى الأعلى والاسفل، ويوضح الشكل (4-3) تثبيت المحركين.

Figure 4- 3 تثبيت المحركين الخطويين 28 BYJ-48على الهيكل.

تقوم حساسات نهاية الشوط، حساس لكل محرك، بتحديد نقاطة النهاية الخاصة بحركة كل مفصل، بحيث عندما يتحرك الذراع ويصل إلى النقطة المحددة له سيصدم بحساس نهاية الشوط ويتوقف المحرك عن التحريك، ويوضح الشكل (4-4) أحد الحساسات.

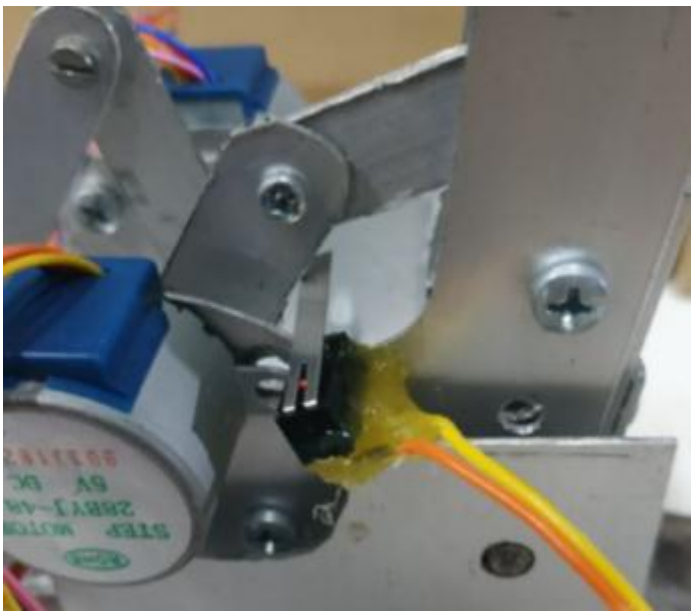


Figure 4- 4 تثبيت حساس نهاية شوط على طرف الذراع.

بالنسبة لدارتي القيادة ULN2003 الخاصة بالمحركات الخطوية 28BYJ-48، فقد تم تثبيتهما على طرفي قاعدة الذراع، كما هو موضح في الشكل (4–5).

Figure 4- 5 الشكل 4—5. تثبيت دارتي القيادة ULN2003.

بالنسبة لدارة القيادة A4988 والخاصة بمحرك NEMA 17 فقد تم وضعها على لوحة اختبار test board وتثبيتها على الأردوينو ميغا بشكل مباشر دون الحاجة لـــ CNC Shield، وتم إجراء كافة التوصيلات بين العناصر والمتحكم كما يوضح الشكل (4–6).

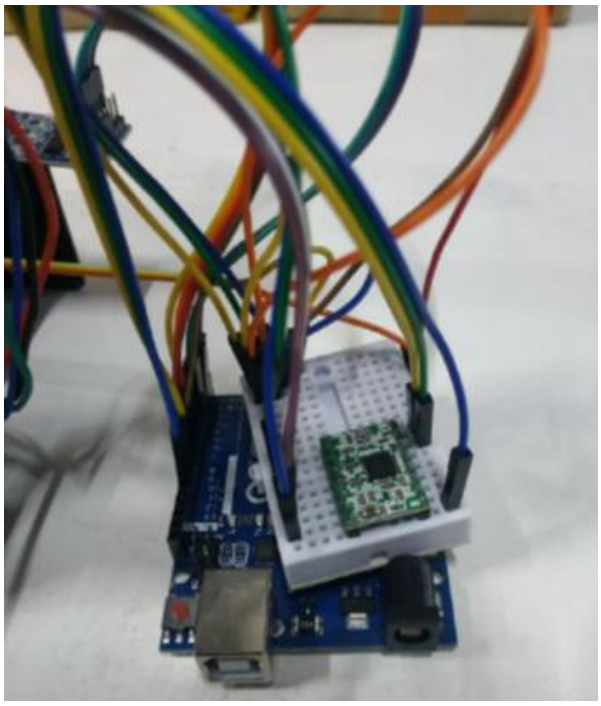


Figure 4- 6 تثبيت دارة القيادة على الأردوينو ميغا وإجراء التوصيلات مع الذراع.

بعد التأكد من سلامة ودقة كافة التوصيلات، تم تجريب الذراع وكان الشكل (4–7) يوضح الشكل النهائي للنموذج في مرحلة مشروع التخرج 1.

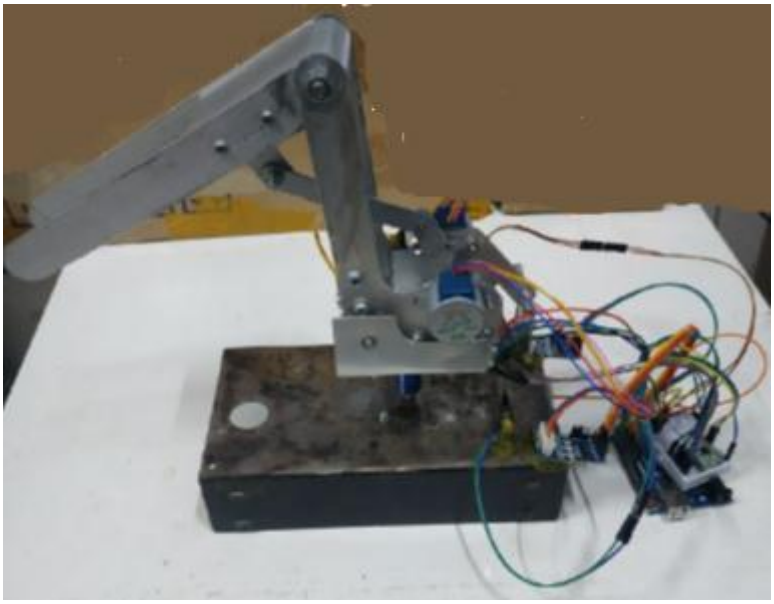


Figure 4- 7 الشكل النهائي للذراع في مرحلة مشروع التخرج 1

في مرحلة مشروع التخرج 2 تم تغير لون القاعدة لتطابق لون الألمنيوم المستعمل تصميم أجزاء الروبوت.

ثم قمنا بإخفاء معظم أسلاك التوصيل والمتحكم و دارات القيادة ضمن علبة خشبية مصنعة من مادة MDF – الفايبر متوسط الكثافة – كما هو موضح في الشكل :

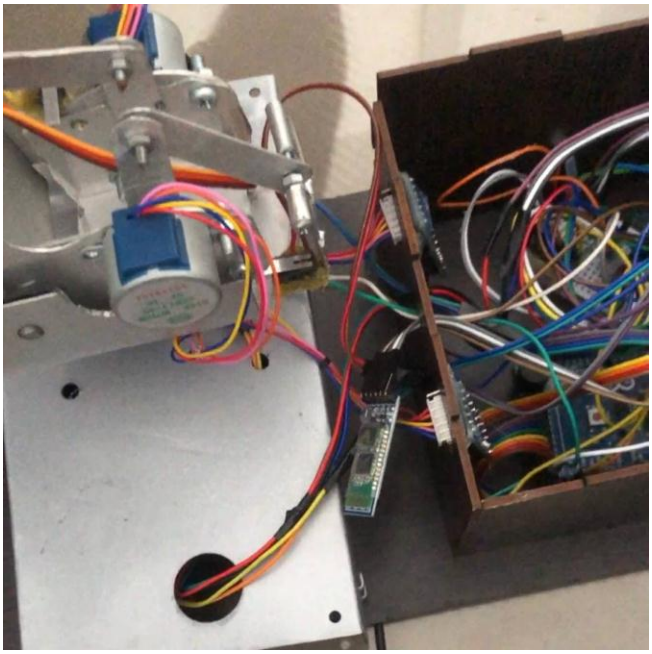


Figure 4- 8 قاعة المشروع و العلبة الخشبية

تم تصميم كماشة Gripper لتعمل كنهاية مؤثرة للروبوت باستعمال برنامج Solidworks كما هو موضح في الشكل (4-9):

Figure 4- 9 تصميم الكماشة على برنامج solidworks في عدة وضعيات

في المرحلة التالية قمنا بتنفيذ الكماشة من مادة البليكسي، و استعملنا معها محرك سيرفو من نوع MG955،ربط محور المحرك مع المسننات الموجودة في الكماشة، ليعمل المحرك على فتح الكماشة عند زاوية و فتحها عند زاوية .

Figure 4-10 تنفيذ الكماشة و تركيبها 1

تم تركيب مشفر ضوئي على محور محرك القاعدة NEMA 17 مكون من مرسل و مستقبل ضوئي و قرص قطره الخارجي 7 سم و عدد ثقوبه 60 ثقب.

تم تصميميه باستعمال برنامج سوليدوركس (الشكل 4–11)

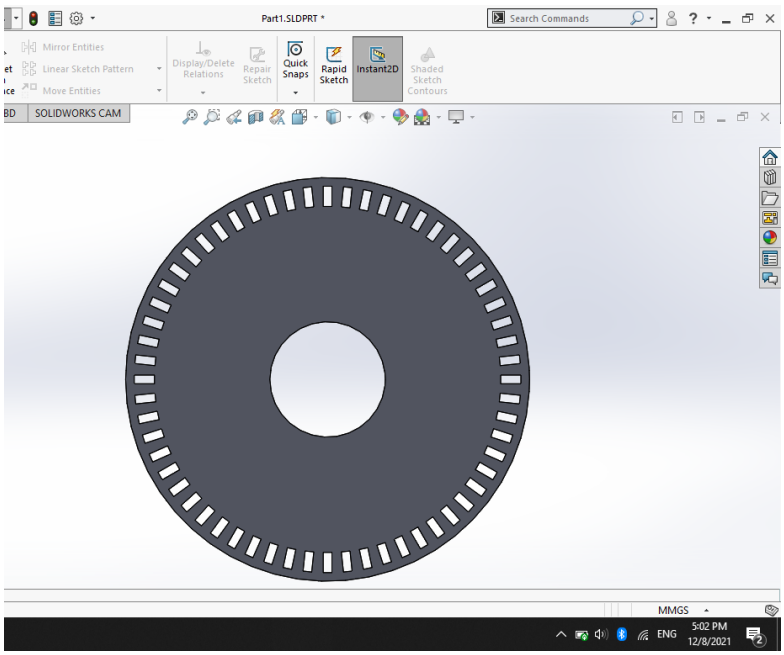


Figure 4-11 تصميم قرص المشفر في برنامج SolidWorks

تم تنفيذ القرص من مادة البليكسي، وتركيبه على محور المحرك و تثبيته بالسيلكون ، وضعنا بعدها المرسل و المستقبل بشكل مناسب (الشكل 4-12) ثم تم الربط مع المتحكم.

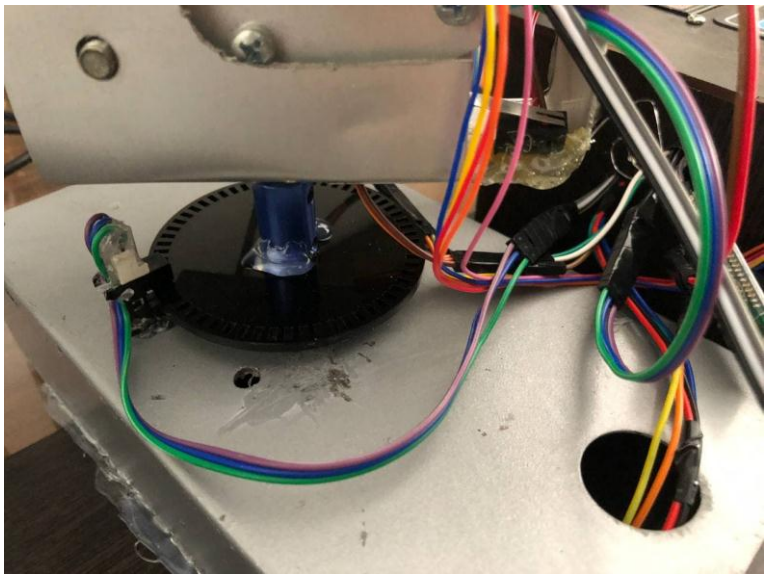


Figure 4-12 تركيب المشفر الخاص بمحور محرك القاعدة

بنفس الطريقة تم تصميم و تنفيذ مشفر لكل من محركي BYJ اليميني و اليساري ، قرص كل منها يحوي 20 ثقب ، إضافة لتركيب المرسل و المستقبل بشكل مناسب كما هو موضح في (الشكل 4-13)

Figure 4-13 تركيب مشفر لكل من المحركات الجانبية

في الخطوة التالية إضافة لوحة مفاتيح keypad للمشروع و وصلها مع متحكم أردوينو ميغا ، بالإضافة لشاشة LCD ، مثبتين فوق صندوق الMDF (الشكل 4-14) الذي استعمل لإخفاء المتحكم و أسلاك التوصيل، و يتم استعمالهما لكي يسهل على المستخدم إجراء الاختبارات على المشروع بشكل سلكي مباشر .

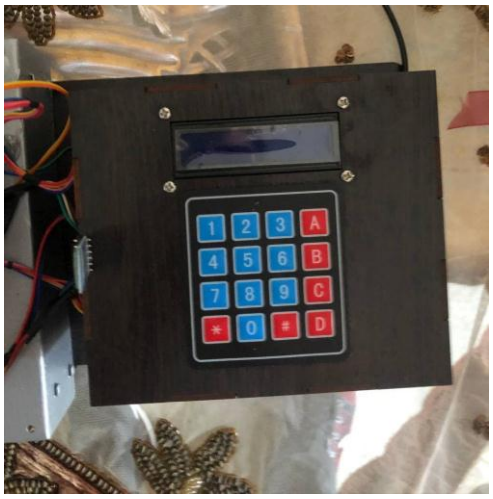


Figure 4-4 1 الشاشة و لوحة المفاتيح

حيث تستعمل الأرقام الموجودة على الموجودة على لوحة المفاتيح للإدخال و تستعمل المحارف لأغراض محددة :

A: Go To Saved Position

تحريك الروبوت بخطوات مدخلة سابقاً.

B: New Position

إدخال خطوات جديدة للروبوت (عدد ثقوب المشفر التي سيتحركها كل محرك)، يحرك الروبوت بها عن طريق الضغط على المحرف A.

C: Go Home

الذهاب إلى وضعية Home التي يصل لها الروبوت عند ضغط كل من حساسات نهاية الشوط الخاصة به.

D: Open/Close Gripper

الضغط على المحرف D يؤدي لتغير حالة الكماشة أي فتحها في حال إغلاقها، وإغلاقها في حالة فتحها.

ملاحظة: عند إدخال القيم الرقمية يعمل المحرف A كزر تأكيد، و المحرف B كزر تراجع.

Figure 4- 5 1 شكل لوحة المفاتيح

في المرحلة التالية قمنا بتوصيل شريحة HC-05 مع أردوينو، وإخفاء معظم التوصيلات داخل الصندوق الخشبي. تم استعمال هذه الشريحة كي نتمكن من التحكم بالروبوت بشكل لاسلكي، عبر تقنيات البلوتوث من خلال أي جهاز يعمل بنظام أندرويد.

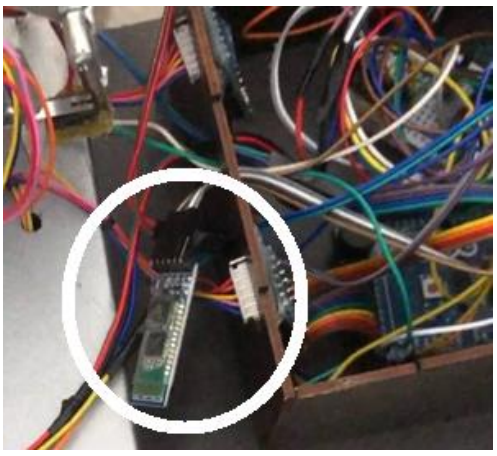


Figure 4- 6 1 توصيل شريحة البلوتوث مع أردوينو

ثم قمنا بتصميم تطبيق أندرويد عبر بيئة تطوير APP INVENTOR

تستخدم هذه البيئة واجهة مستخدم رسومية تشبه إلى حد كبير لغات البرمجة سكراتش و ستار لوجو، والتي تتيح للمستخدمين المبتدئين سحب وإسقاط الكائنات المرئية لإنشاء تطبيق يمكن تشغيله على أجهزة أندرويد.

تم تصميم البرنامج بما يماثل عمل لوحة المفاتيح و شاشة الLCD ، حيث نتمكن بعد اقتران الهاتف بالأردوينو عبر بلوتوث، من استعمال التطبيق لـــ:

- فتح/ إغلاق الكماشة
- إرسال الروبوت لوضعية الhome
- تغير وضعية الروبوت بتحريك كل من محركاته بعدد ثقوب مشفر معينة

Figure 4- 7 1 واجهة تطبيق الأندرويد المستعمل في المشروع

ليصبح بعدها الروبوت في شكله النهائي (الشكل 4-18) قبل البدء بتطبيق معالجة الصورة.

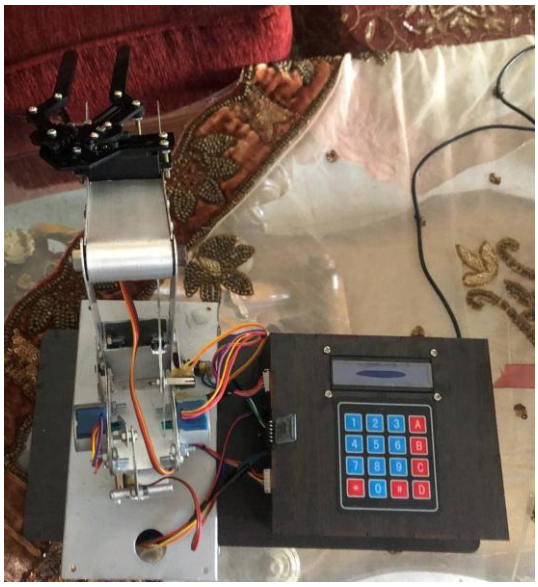


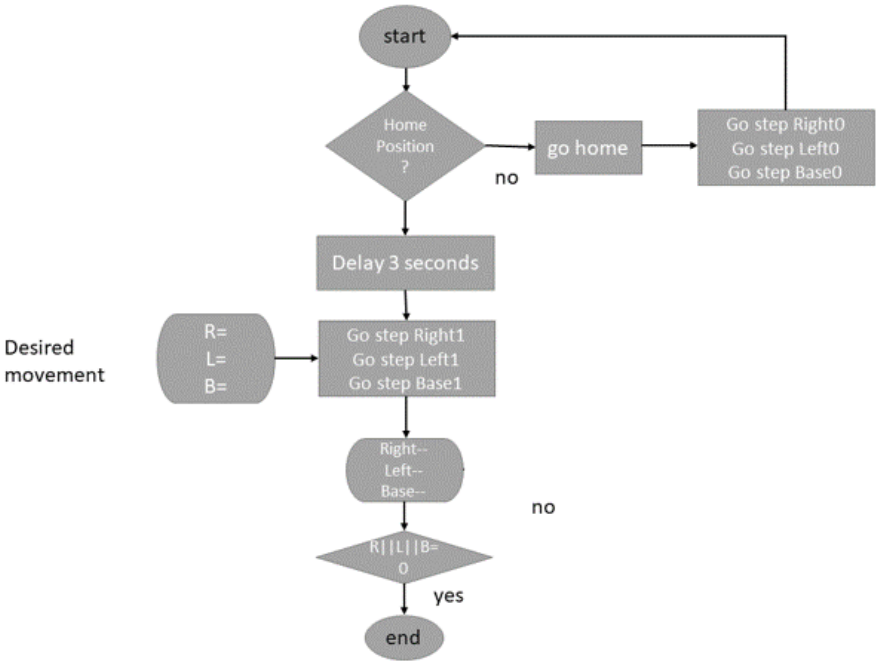
Figure 4- 8 1 الشكل النهائي للروبوت

قمنا في الخطوة التالية بإعطاء كل من ذراعي الكماشة اللون الأخضر، و توصيل كل من الكاميرا و الأردوينو بجهاز اللابتوب و الماتلاب ، تم وضع الروبوت في بيئة عمل بيضاء ضمن المخبر الجامعي.

4-2. الجزء البرمجي للمشروع

Arduino Code Flow Chart

في مرحلة مشروع التخرج 1:



في مرحلة مشروع التخرج 2:

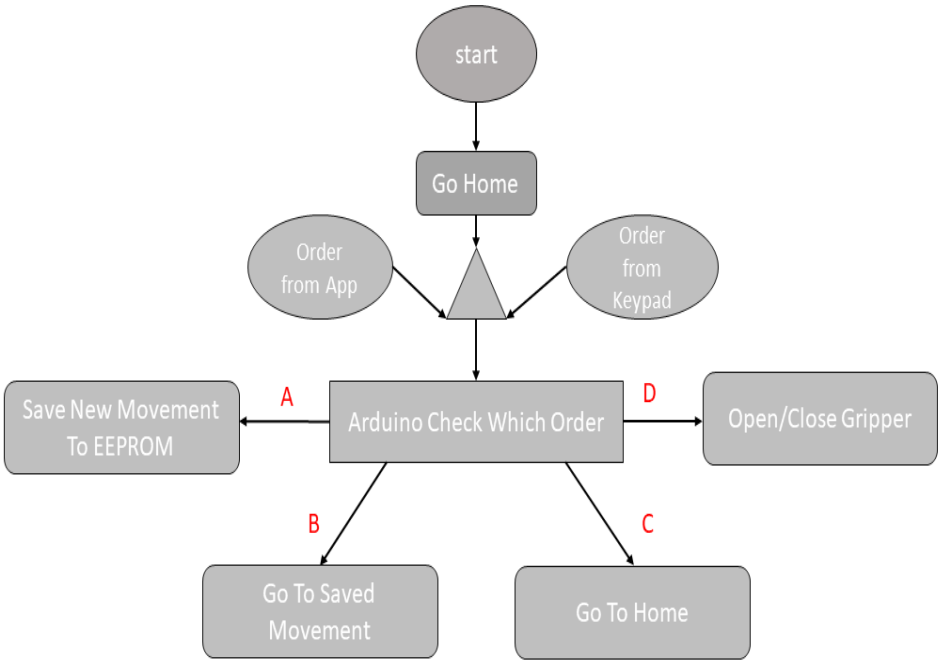
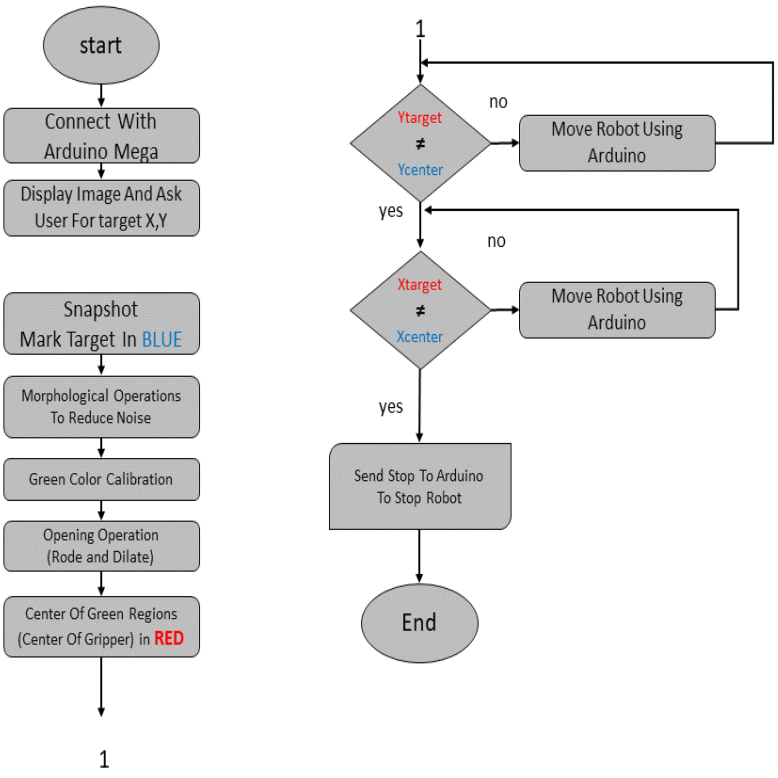


Image Processing Flow Chart

يوضح هذا المخطط تطبيق ماتلاب المنفذ باستخدام تقنيات معالجة الصورة لإيصال مركز الكماشة إلى نقطة الهدف بشكل دقيق.



الأكواد البرمجية لـــ Matlab

يوجد في الملحق جميع التوابع و الأكواد المستخدمة في اختبارات و محاولات عزل اللون الأخضر كمنطقة، و محاولة إيجاد مراكزها:

- Testing
- Testing2
- Testing3
- Testing4
- تابع يوضح محاكاة لعملية وصول مركز الكماشة إلى النقطة الهدف Simulation -robot_test1-

1–تابع لحساب مصفوفة دينافيت هارتنبرغ

2–تابع لحساب مصفوفة الجاكوبيان

3–تابع لحساب النموذج الهندسي

4–تابع لحساب النموذج المباشر للسرعة

5. الفصل الخامس

المناقشة والخاتمة

5-1. المناقشة

بعد الانتهاء من تصميم الذراع، تم إجراء اختبارات عليه للتأكد من أنه يلبي مواصفات التصميم الأولية وأهداف التطوير.

تضمنت المواصفات الأولية سهولة الاستخدام، والقدرة على تحمل التكاليف، والموثوقية، إضافة إلى قابلية النموذج للتطوير.

سهولة الاستخدام

تجلت سهولة الاستخدام في أن الذراع يبدأ بالعمل فور توصيله بالطاقة الكهربائية بشكل مباشر، حيث تعيد جميع المحركات الذراع إلى وضع البداية والذي هو الوضع الأفقي. ثم يتم انتظار تلقي أمر إما عبر لوحة المفاتيح أو عبر تطبيق الأندرويد.

فيما يتعلق بالتغذية الكهربائية، فقد تم الاعتماد على التوصيل المباشر للذراع مع الشبكة، مما يعني دوام العمل طالما التغذية موجودة حيث تأمن التغذية 12 فولط لأجزاء المشروع التي تحتاجها و تغذى باقي أقسام المشروع ب5 فولط من خرج مخفض الجهد.

قابلية التطوير

يمكن تطوير هذا النموذج كي يكون جزء من روبوتات تسلسلية، كون التنسيق بين عمل الروبوتات يمثل نواة التطبيقات الصناعية والطبية الهادفة لإنجاز العمليات المعقدة دون الحاجة لتدخل الإنسان.

5-2. الخاتمة

قدم هذا المشروع تصميماً بسيطاً لذراع روبوتية ذات ثلاث درجات حرية. تم برمجة المتحكم بحيث عند وصل الذراع بالطاقة الكهربائية تأخذ جميع المحركات وضعية البداية (الوضعية الأفقية)، ويتم تحديد هذه الوضعية بواسطة حساس نهاية شوط خاص بكل محرك من المحركات الثلاثة.

ثم يتم انتظار تلقي أمر إما عبر لوحة المفاتيح أو عبر تطبيق الأندرويد ليتم حفظ نقطة جديدة في ذاكرة أردوينو،أو الذهاب إلى نقطة محفوظة سابقاً،أو فتح و إغلاق الكماشة.

يمكن توظيف تطبيق معالجة الصورة الذي قمنا بتطويره للعمل في بيئة ثابتة و إيصال النهاية المؤثرة للهدف ،أو تطويره بتقنيات أكثر تقدماً للوصول لنتائج أفضل في بيئة ديناميكية متغيرة.

المراجع

1. Definition of 'robot'. Oxford English Dictionary. Retrieved 27 November 2016.
2. https://www.conres.com/it-products-solutions/news-events/top-10-tech-trends-autonomous-agents-things/ Archived 19 April 2017 at the Wayback Machine retrieved 18 April 2017
3. Harris, Tom (16 April 2002). "How Robots Work". How Stuff Works. Archived from the original on 26 August 2007. Retrieved 10 September 2007.
4. Moubarak, Paul M.; Ben-Tzvi, Pinhas (2011). "Adaptive manipulation of a Hybrid Mechanism Mobile Robot". 2011 IEEE International Symposium on Robotic and Sensors Environments (ROSE). pp. 113–118. doi:10.1109/ROSE.2011.6058520. ISBN 978-1-4577-0819-0. S2CID 8659998.
5. "Smart Caddy". Seegrid. Archived from the original on 11 October 2007. Retrieved 13 September 2007.
6. Zhang, Gexiang; Pérez-Jiménez, Mario J.; Gheorghe, Marian (5 April 2017). Real-life Applications with Membrane Computing. Springer. ISBN 9783319559896.
7. Kagan, E.; Shvalb, N.; Gal, I. (2019). Autonomous Mobile Robots and Multi- Robot Systems: Motion- Planning, Communication, and Swarming. John Wiley and Sons. ISBN 9781119212867.PP 65-69.
8. Patic, Deepack; Ansari, Munsaf; Tendulkar, Dilisha; Bhatlekar, Ritesh; Naik, Vijaykumar; Shailendra, Pawar (2020). "A Survey On Autonomous Military Service Robot". 2020 International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering (Ic-ETITE). IEEE International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering. pp. 1–7. doi:10.1109/ic-ETITE47903.2020.78. ISBN 978-1-7281-4142-8. S2CID 216588335.
9. "Robotics-related Standards Sites". European Robotics Research Network. Archived from the original on 17 June 2006. Retrieved 15 July 2008.
10. Mitgang, Lee (25 October 1983). "'Nova's' 'Talking Turtle' Pofiles High Priest of School Computer Movement". Gainesville Sun.
11. P. Moubarak, et al., Modular and Reconfigurable Mobile Robotics, Journal of Robotics and Autonomous Systems, 60 (12) (2012) 1648–1663.

12.P. Moubarak, et al., Modular and Reconfigurable Mobile Robotics, Journal of Robotics and Autonomous Systems, 60 (12) (2012) 1648 – 1663

13.N. Brener, F. Ben Amar, and P. Bidaud, "Characterization of Lattice Modular Robots by Discrete Displacement Groups", in IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS), Tapei, Taiwan, October 2010.

MANARA UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF MECHATRONICS

Design and implementation of a robotic arm with three degrees of freedom

Graduation Project 2

Prepared by

Ali Sakher Soleiman **Alia Abd Alraouf Mazloum**

Jerair Narciss Karahkash

Supervised by

Dr Nael Dawood

2021-2020