فرز وتصنيف الأشكال لونياً باستخدام ذراع روبوتية 4.DOF ARM و Raspberry Pi

إبراهيم شمطة[1]، خالد حميدي[2]

[1]طالب ماجستير هندسة ميكاترونيكس- جامعة كرابوك
shamtaibrahim@gmail.com

[2]بكالوريوس في تكنولوجيا المكياترونكس -جامعة كرابوك
Khaled_hamidi@outlook.com

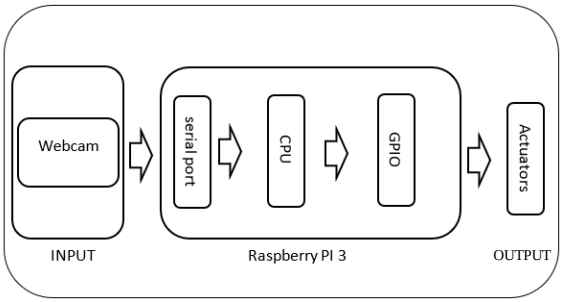
الملخص:

إن فرز وتصنيف المنتجات يعد أمراً صعباً بالنسبة للإنسان وبخاصة في حال كانت الظروف غير صحية. وأيضاً يؤدي الفرز اليدوي إلى حدوث أخطاء في بعض الأحيان، ومن هذا المنطلق يعد استخدام ذراع روبوتية تقوم بالفرز والتصنيف عوضاً عن الإنسان تبعاً لشروط معينة أمراً مهماً في المجال الصناعي وغيره. تقدم هذه الدراسة حلاً لفرز وتصنيف الأشكال لونياً باستخدام ذراع روبوتية بأربع درجات حرية باستخدام راسبيري باي. تعمل خوارزميات معالجة الصورة على تحديد لون المجسم المراد تصنيفه، وتبعاً لذلك يتم إعطاء أمر للذراع بالتقاطه ووضعه في المكان المخصص لهذا اللون.

الكلمات المفتاحية: ذراع آلية ذات أربع درجات حرية، تعليم آلة، معالجة صور، تصنيف، Raspberry Pi

١. المقدمة

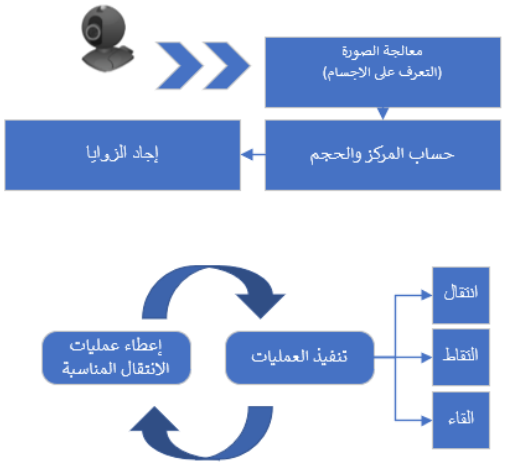
كان أحد أهداف الأتمتة الصناعية هو مساعدة الأشخاص الذين يعملون في ظروف قاسية وغير صحية ومن ناحية أخرى زيادة الإنتاجية، من هنا نرى أهمية استخدام الروبوتات في هذا العصر الذي أصبح فيه التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي أحد أهم محاوره. تعمل هذه الذراع على التقاط الجسم ووضعه في مكانه المخصص طبقاً للونه. تتم معالجة الصورة الملتقطة من الكاميرا، ومن ثم باستخدام خوارزميات معالجة الصور يتم تحليل الصور الملتقطة بواسطة Raspberry Pi [1]. وبناءً على اللون المكتشف للجسم وانزياحه تتحرك الذراع لالتقاط الجسم ووضعه في مكانه المناسب ثم تعود إلى الموضع الأصلي، محققين من ذلك الدقة والسرعة في عمليات الفرز وتخفيف الجهد المبذول وزيادة الإنتاجية[٢]–[٤]



الشكل 1 المخطط العام للنظام

٢. آلية العمل

يوضح الشكل ٢ خوارزمية النظام حيث تبدأ بمعالجة الصورة الآتية من الكاميرا، ويتم تصنيف الأشكال حسب حجمها من أجل تحديد انزياحها عن مركز الإحداثيات. و تبعاً لنتائج خوارزمية التصنيف يتم إعطاء أوامر تحكم من أجل تنفيذ المهمة.



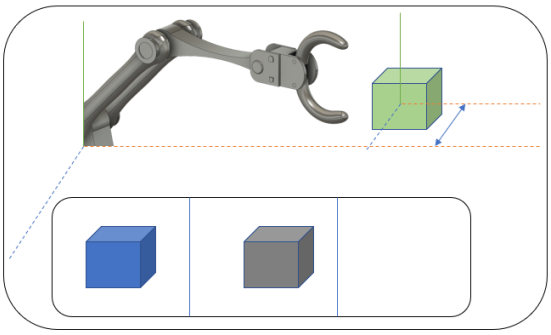
الشكل 2خوارزمية العمل

٢-١ معالجة الصور

تمثل هذه المرحلة نقطة البداية، حيث تتم المعالجة بشكل آني للصور التي تُلتقط من خلال كاميرا موصولة بالراسبيري باستخدام مكتبة OPENCV. تتم معالجة الصور الملتقطة حسب تدرجات الألوان بتقنيات تعليم الآلة المدمجة في المكتبة، أخيراً يتم تصنيف الأجسام حسب لونها وفق نظام الألوان HSV ومن ثم حساب انزياح مركز الشكل المصنف عن مركز الاحداثيات [٥]–[٨].

٢-٢ حساب أبعاد الجسم

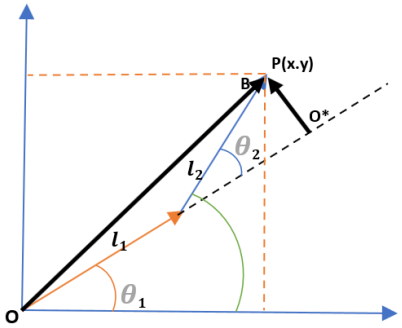
يتم حساب مساحة الجسم وتحديد مركزه من أجل حساب الانزياح عن مركز الذراع كما في الشكل ٣. مع الملاحظة أنه يوضع على بعد ثابت عن الذراع.



الشكل 3حساب الانزياح عن مركز الاحداثيات

٢-٣ تحليل حركة الذراع

بعد إيجاد بُعد الجسم تُحسب زاويتا الذراع $\theta_1 \& \theta_2$ بواسطة التحليل العكسي للميكانيزم[٩]. كما في الشكل ٣:



الشكل 4 التحليل العكسي للذراع

$$x^2 + y^2 = OB^2$$

$$OB^2 = OO^{*2} + O^*B^2$$

$$OB^2 = \left(l_1 + l_2 \cos\theta_2\right)^2 + \left(l_2 \sin\theta_2\right)^2$$

$$= l_1^2 + l_2^2 + 2l_1 l_1 \cos\theta_2 = x^2 + y^2$$

$$2l_1 l_1 \cos\theta_2 = x^2 + y^2 - l_1^2 - l_2^2$$

$$\cos\theta_2 = \frac{x^2 + y^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1 l_1}$$

زوايا الموضع تحدد من المعادلات التالية:

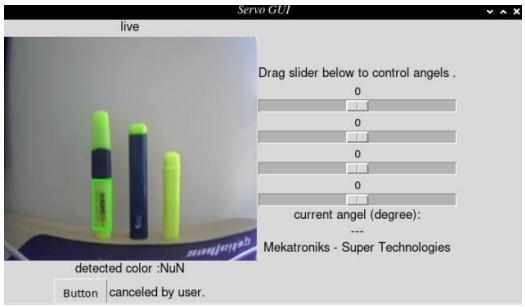
$$\theta_2 = \operatorname{acos}\left(\frac{x^2 + y^2 - 128}{128}\right)$$

$$\theta = \operatorname{atan}\frac{y}{x}$$

$$\theta_1 = \theta - \theta_2$$

٢-٤ تصميم واجهة المستخدم

صُممت هذ الواجهة باستخدام GUI library المدعومة في python كما يظهر في الشكل ٥، من خلال هذه الواجهة يمكن مراقبة الذراع أثناء حركتها وتُظهر حجم الجسم وانزياحه عن مركز الإحداثيات ولونه. بالإضافة إلى أربع أشرطة منزلقة لكل محرك تمكننا من التحكم بالمحرك يدوياً من أجل المعايرة وضبط مواقع الصناديق بالنسبة لمركز الإحداثيات[١٠].



الشكل 5الواجهة المصممة

٣. النتائج التجريبية

استطاعت الذراع تمييز لون الجسم وتصنيفه بدقة ٩٢% في بيئة العمل. وبتهيئة ظروف إنارة مناسبة تقل نسبة الخطأ في التمييز والتصنيف. تؤثر جودة المحركات بشكل سلبي على استقرار النظام.

٤. الاستنتاج

تم تحقيق الغاية من هذه الدراسة حيث كانت الذراع قادرة على تحديد انزياح الجسم وتصنيفه حسب لونه ووضعه في المكان المخصص له. يمكن تطوير المشروع بالعمل على تدريبه للتعلم العميق لتصنيفات أكثر تعقيداً أو باستخدام مستشعرات أو أساليب للتعرف على الجسم دون خصائصه اللونية

المراجع

[1] University of Cape Town and Institute of Electrical and Electronics Engineers, *Proceedings of 2020 IEEE 11th International Conference on Mechanical and Intelligent Manufacturing Technologies (ICMIMT 2020) : January 20-22, 2020, Cape Town, South Africa*.

[2] V. R. Kale, V. A. Kulkarni, and A. Prof, “OBJECT SORTING SYSTEM USING ROBOTIC ARM,” 2013. [Online]. Available: www.ijareeie.com

[3] A. Sachdeva, “Development Of Industrial Automatic Multi Colour Sorting and Counting Machine Using Arduino Nano Microcontroller and TCS3200 Colour Sensor,” *The International Journal of Engineering and Science*, vol. 06, no. 04, pp. 56–59, May 2017, doi: 10.9790/1813-0604025659.

[4] M. Yusuf YILDIRIM and M. Anutgan, “SINIFLANDIRMA OBJECT CLASSIFICATION USING STEREO VISION AND 3 DOF ROBOTIC ARM.”

[5] A. Mordvintsev, “OpenCV-Python Tutorials Documentation Release 1,” 2017.

[6] T. Hoeser, F. Bachofer, and C. Kuenzer, “Object detection and image segmentation with deep learning on earth observation data: A review-part II: Applications,” *Remote Sensing*, vol. 12, no. 18. MDPI AG, Sep. 01, 2020. doi: 10.3390/RS12183053.

[7] N. Kehtarnavaz and M. Gamadia, “Real-time image and video processing: From research to reality,” *Synthesis Lectures on Image, Video, and Multimedia Processing*, vol. 5, pp. 1–108, 2005, doi: 10.2200/S00021ED1V01Y200604IVM005.

[8] S. McManus, M. Cook, and O. Engler, *Raspberry Pi pour les nuls*.

[9] K. (Kevin M.) Lynch and F. C. Park, *Modern robotics : mechanics, planning, and control*.

[10] A. Pajankar, *Raspberry Pi Image Processing Programming*. Apress, 2017. doi: 10.1007/978-1-4842-2731-2.