

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ
MINH**

...



**Mô tả đề tài Đồ án chuyên ngành:
ROBOT PHÂN LOẠI HÀNG HOÁ SỬ DỤNG ESP32 VÀ ÁP
DỤNG COMPUTER VISION ĐỂ PHÁT HIỆN VÀ PHÂN LOẠI
VẬT THỂ.**

HK 232

Sinh viên:

Nguyễn Tuấn Vinh - 1915944

Mục lục

Mục lục	2
Bảng	2
Hình ảnh	2
1. Giới thiệu đề tài	3
1.1 Phân loại hàng hoá và những lợi ích từ việc phân loại hàng hoá hiệu quả.	3
1.2 Tổng quan về thị trường Robot phân loại sản phẩm hiện nay	3
2. Mô tả đồ án	5
3. Mục tiêu	7
3.1. Giao đoạn 1:	7
3.2. Giai đoạn 2:	8
4. Linh kiện và Công cụ	9
4.1. Linh kiện	9
4.2. Công cụ	23
4.3. Framework	24
5. Tài liệu tham khảo	25

Bảng

Bảng 1 ESP32-WROOM-32 Specifications	10
Bảng 2 Thông số kỹ thuật của DC Motor 6V	20

Hình ảnh

Hình 1 Tổng quan đồ án	Error! Bookmark not defined.
Hình 2 Sơ đồ khu vực kiểm thử dự án	Error! Bookmark not defined.
Hình 3 ESP32 WROOM 32 Board	Error! Bookmark not defined.
Hình 4 ESP32 CAM	Error! Bookmark not defined.
Hình 5 OV2640 Camera	14
Hình 6 FTDI USB to TTL serial converter module	Error! Bookmark not defined.
Hình 7 Micro Servo 9G – SG90 180°	Error! Bookmark not defined.
Hình 8 Thông số kỹ thuật của Micro Servo 90 - SG90	Error! Bookmark not defined.
Hình 9 IC L293D	Error! Bookmark not defined.
Hình 10 DC Motor 6V	20
Hình 11 Ultrasonic sensor (HC-SR04)	Error! Bookmark not defined.
Hình 12 Thông số kỹ thuật của Ultrasonic Ranging Module HC - SR04	21

1. Giới thiệu đề tài

1.1 Phân loại hàng hoá và những lợi ích từ việc phân loại hàng hoá hiệu quả.

Trong quá trình Sản xuất hàng hoá và Phân phối hàng hoá, phân loại sản phẩm là một công việc quan trọng trong công đoạn xử lý. Đối với một doanh nghiệp, việc phân loại sản phẩm nhanh chóng và hiệu quả giúp:

- Nâng cao hiệu quả hoạt động:
 - Tăng tốc độ xử lý sản phẩm, xử lý nguyên liệu, giảm thời gian lưu kho, giúp doanh nghiệp tiết kiệm chi phí và nâng cao năng suất. Thông thường, một doanh nghiệp sẽ phải đầu tư 3 – 10% cho chi phí kho hàng, 3 – 5% cho chi phí về nhân lực cho các hoạt động giám sát và quản lý kho, 6 – 24% cho chi phí đầu tư vào hàng tồn kho và 2 – 5% cho chi phí về các thiết bị hàng hoá.¹
 - Giảm thiểu sai sót trong quá trình phân loại, đảm bảo chất lượng sản phẩm và hạn chế rủi ro cho doanh nghiệp.
 - Giảm thiểu tổn thất do hư hỏng, lỗi thời hoặc thất lạc.
 - Cải thiện khả năng truy xuất nguồn gốc sản phẩm, giúp doanh nghiệp quản lý hàng hóa hiệu quả hơn.
- Tăng cường khả năng cạnh tranh:
 - Giúp doanh nghiệp đáp ứng nhu cầu thị trường một cách nhanh chóng và hiệu quả.
 - Nâng cao uy tín và thương hiệu của doanh nghiệp, thu hút khách hàng tiềm năng.
 - Đáp ứng đơn hàng của khách hàng nhanh chóng và chính xác hơn. Từ đó, doanh nghiệp có thể cung cấp dịch vụ khách hàng tốt hơn bằng cách giải quyết các vấn đề về đơn hàng và giao hàng một cách nhanh chóng.
 - Tạo lợi thế cạnh tranh so với các đối thủ trong cùng ngành.
- Thúc đẩy phát triển kinh tế:
 - Góp phần vào sự phát triển của ngành công nghiệp logistics và chuỗi cung ứng.
 - Tạo ra nhiều việc làm, thúc đẩy sự phát triển của kinh tế địa phương.
 - Nâng cao năng lực cạnh tranh của quốc gia trên thị trường quốc tế.

Bên cạnh đó, công việc phân loại sản phẩm là một công việc nhàm chán, lặp đi lặp lại và đòi hỏi tính chính xác, cẩn thận và tỉ mỉ cao. Để giảm thiểu chi phí đầu tư cho việc phân loại hàng hoá, thoả mãn các yêu cầu và tính chất công việc kể trên nhưng vẫn đáp ứng được tốc độ yêu cầu trong các quy trình sản xuất tự động thì việc ra đời của các robot phân loại sản phẩm là điều tất yếu trong thời đại công nghiệp hoá - hiện đại hoá hiện nay.

1.2 Tổng quan về thị trường Robot phân loại sản phẩm hiện nay

Mức độ phát triển:

Ngành công nghiệp robot phân loại sản phẩm ra đời vào đầu những năm 1980, với tốc độ phát triển nhanh chóng trong những thập kỷ qua. Tuy nhiên, ngành công nghiệp

¹ Tìm hiểu các loại chi phí lưu kho trong doanh nghiệp - Logistics Việt Nam – 11/07/2022 trên alslogistics.vn

robot phân loại sản phẩm đã chứng kiến sự phát triển đáng kể trong thập kỷ gần đây, đặc biệt từ năm 2010 trở đi. Từ việc sử dụng công nghệ máy học đến các tiến bộ trong robot hình thái và cảm biến, ngành này đã phát triển với tốc độ nhanh chóng. Theo số liệu từ The International Federation of Robotics (IFR) trong Báo cáo thế giới về robot công nghiệp năm 2020 (IFR presents World Robotics Report 2020), Báo cáo cho thấy kỷ lục 2,7 triệu robot công nghiệp đang hoạt động trong các nhà máy trên khắp thế giới - tăng 12%. Doanh số bán robot công nghiệp mới vẫn ở mức cao với 373.000 chiếc được xuất xưởng trên toàn cầu vào năm 2019. Con số này ít hơn 12% so với năm 2018, nhưng vẫn là doanh số bán hàng cao thứ 3 từng được ghi nhận². Trong thời gian này, thị trường robot phân loại sản phẩm đã trở thành một phần không thể tách rời trong chuỗi cung ứng sản phẩm toàn cầu. Theo Mordor Intelligence, thị trường robot phân loại sản phẩm toàn cầu dự kiến đạt 114,67 tỷ USD vào năm 2023 và tăng trưởng với tốc độ CAGR 17,64% từ 2023 đến 2028.³

Các yếu tố ảnh hưởng:

Các yếu tố thúc đẩy sự phát triển của ngành bao gồm sự tăng cao trong nhu cầu tự động hóa cao trong các ngành công nghiệp, đặc biệt là logistics, thực phẩm và đồ uống, dược phẩm, điện tử đi kèm với nhu cầu nâng cao hiệu quả, năng suất, giảm chi phí sản xuất đảm bảo an toàn lao động và giảm thiểu sai sót do con người. Bên cạnh đó còn có sự phát triển của các công nghệ như trí tuệ nhân tạo, thị giác máy tính, học máy. Tuy nhiên, ngành sản xuất và phát triển Robot phân loại sản phẩm còn gặp nhiều hạn chế như chi phí đầu tư ban đầu cao, nhu cầu về nhân lực có trình độ kỹ thuật cao để vận hành - bảo trì và khả năng ứng dụng hạn chế cho một số sản phẩm đặc biệt

Đặc điểm robot phân loại sản phẩm hiện nay:

Cấu tạo: Các robot phân loại sản phẩm hiện nay thường được thiết kế để có khả năng xử lý sản phẩm ở nhiều kích thước, hình dạng và trọng lượng khác nhau. Chúng thường được trang bị cánh tay robot, hệ thống camera, các bộ cảm biến, hệ thống điều khiển, hệ thống băng tải.

Nguyên lý hoạt động: Sử dụng camera để nhận diện sản phẩm, sau đó sử dụng cánh tay robot để gắp và phân loại sản phẩm theo các tiêu chí định trước.

Số bậc tự do: Các robot phân loại sản phẩm hiện nay có từ 4 đến 6 bậc tự do, cho phép thực hiện các thao tác phức tạp như gắp, xoay, di chuyển sản phẩm.

Hạn chế: Khả năng nhận diện sản phẩm phức tạp và khả năng thích ứng với môi trường thay đổi còn hạn chế.

Công nghệ áp dụng: Trí tuệ nhân tạo, thị giác máy tính, học máy, robot cộng tác.

² IFR presents World Robotics Report 2020 - <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe>

³ Robotics Industry Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029) - Source: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/robotics-market>

Nhà cung cấp robot phân loại sản phẩm:

Trong nước Việt Nam, một số công ty hàng đầu trong lĩnh vực này bao gồm Công ty TNHH Công Nghệ Robots Việt Nam và Công ty TNHH Sản Xuất và Thương Mại Robot Vina. Ngoài ra, các nhà sản xuất robot hàng đầu trên thế giới như Fanuc, ABB và Yaskawa cũng có mặt trên thị trường Việt Nam thông qua các đại lý và đối tác địa phương.

2. Mô tả đồ án

Hiện thực một con Robot có khả năng phát hiện và xác định loại vật thể (hàng hoá) và vận chuyển vật thể đó đến khu vực được chỉ định. Cụ thể đầu vào và đầu ra mong muốn như sau:

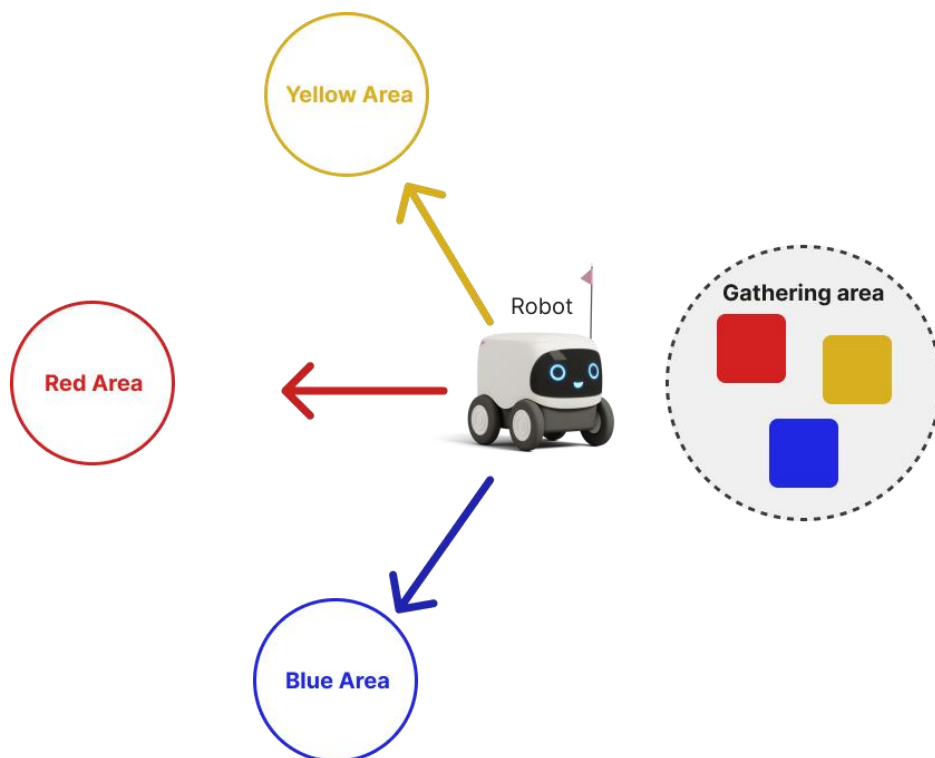
- Đầu vào:

Một khu vực chứa các khối lập phương có màu sắc đặc trưng (ví dụ: Đỏ, Vàng, Xanh,...) tượng trưng cho các loại hàng hoá trong kho, tạm gọi khu vực này là Gathering Area.

Vị trí các khu vực dành riêng cho từng loại hàng hoá. Các khu vực sẽ tạm có tên lần lượt là: Red Area, Blue Area và Yellow Area.

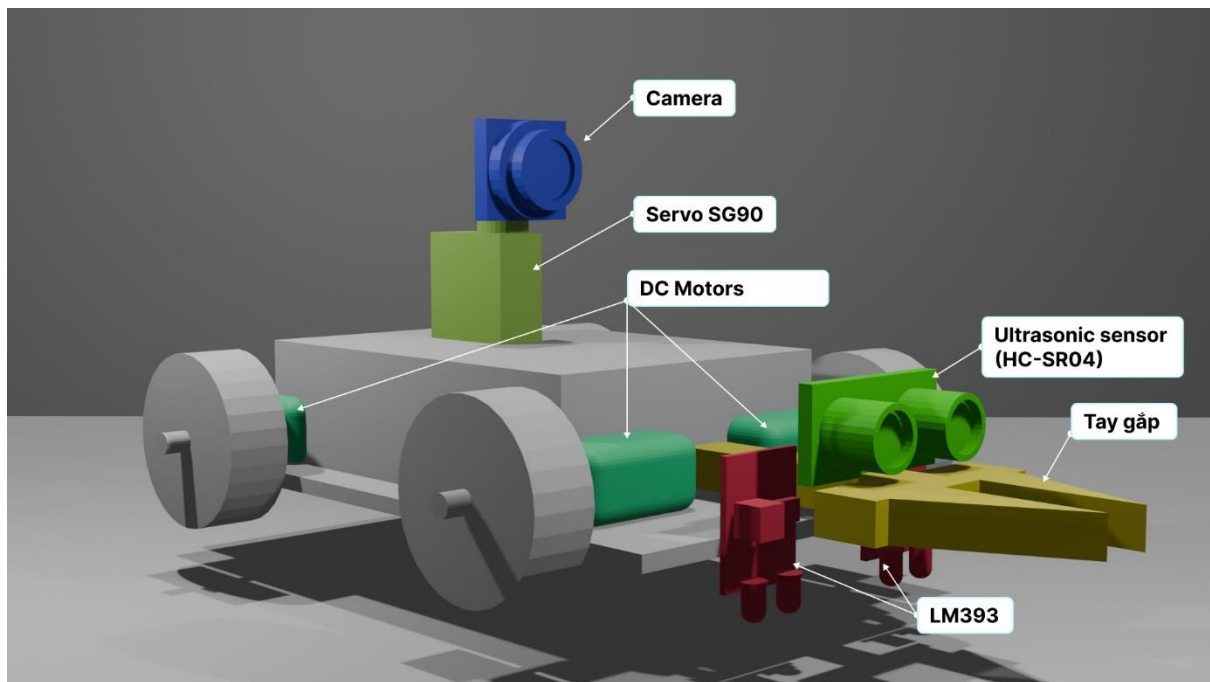
- Đầu ra mong muốn:

Các khối lập phương trong Gathering Area được phân loại và được đặt vào đúng khu vực tương ứng với màu sắc của nó.



Hình 1 Tổng quan đồ án

Cấu tạo cơ bản của Robot:



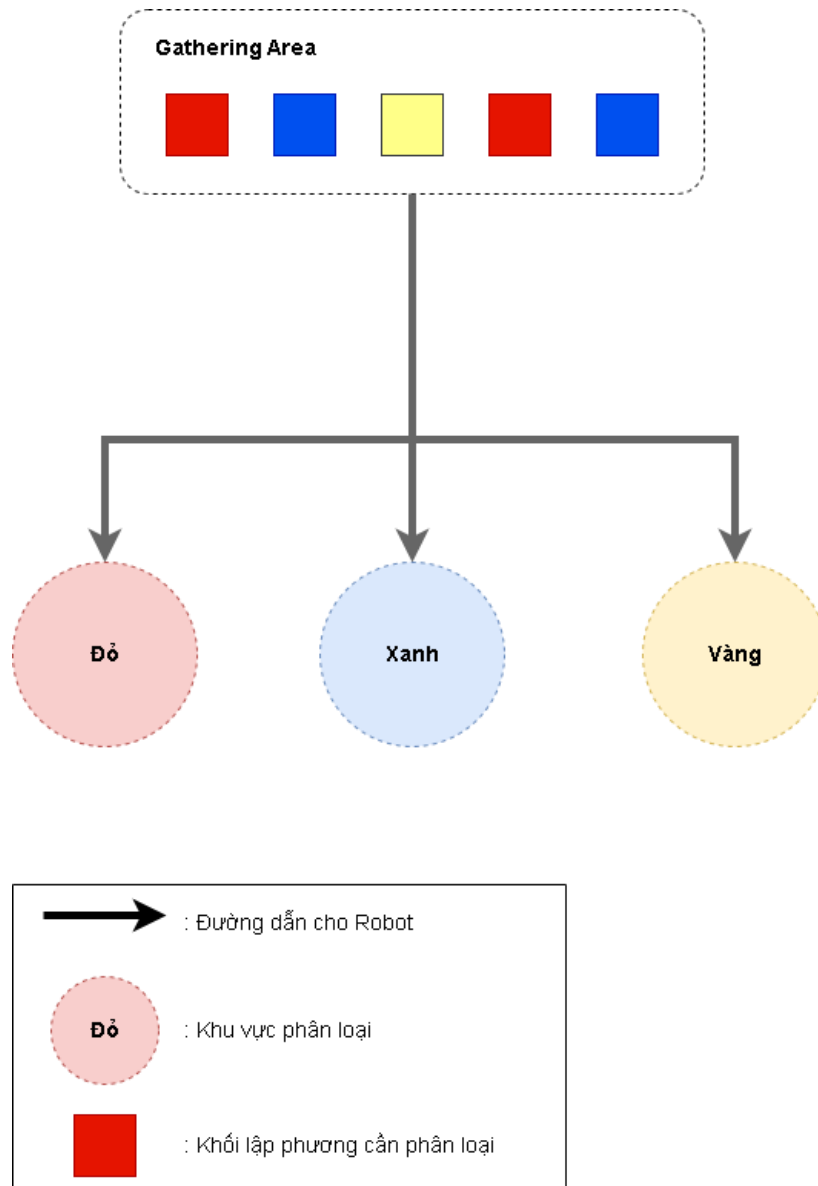
Hình 2 Cấu tạo cơ bản của Robot

3. Mục tiêu

3.1. Giao đoạn 1:

Mục tiêu chính:

- Hiện thực khu vực làm việc của Robot: Các khối lập phương có màu ngẫu nhiên trong khoảng Đỏ, Xanh, Vàng được sắp xếp thẳng hàng trong Gathering Area.



Hình 3 Sơ đồ khu vực kiểm thử dự án

- Robot phát hiện và phân loại được màu sắc các khối lập phương.
- Robot có thể di chuyển qua lại giữa các khu vực theo các đường line đã được vẽ trước.
- Robot có thể gấp vật thể khi đến gần được vật thể và thả được vật thể khi đến được khu vực chỉ định.

Như vậy, các mục tiêu của Giai đoạn 1 được chia làm 4 phần là Chuẩn bị dự án, Phát hiện và phân loại vật thể, Di chuyển và Gấp/Thả vật thể. Cụ thể các mục tiêu như sau:

Chuẩn bị dự án:

- Set up môi trường lập trình và lựa chọn công nghệ,
- Hiện thực khu vực làm việc của Robot.

Phát hiện và phân loại vật thể:

- Tìm hiểu Computer Vision, Machine Learning
- Xác định mô hình AI phù hợp cho đồ án,
- Lựa chọn thư viện phục vụ hiện thực mô hình AI,
- Chuẩn bị dữ liệu (hình ảnh) để training mô hình,
- Tiến hành training mô hình,
- Testing.

Di chuyển:

- Tìm hiểu Robot dò line,
- Hiện thực Robot dò line, Robot có thể:
 - Di chuyển theo line được vẽ sẵn,
 - Rẽ theo tại các line có rẽ nhánh,
 - Di chuyển đến vật và đến khu vực phân loại,

Gấp/Thả vật thể:

- Tìm hiểu về cách hoạt động của cánh tay robot,
- Xác định số bậc tự do cần thiết cho cánh tay,
- Hiện thực cánh tay,
- Điều khiển cánh tay gấp/thả tại vị trí được chỉ định,

3.2. Giai đoạn 2:

- Thiết kế và vẽ cấu tạo 3D cho Robot,
- Thiết kế và vẽ schematic cho toàn bộ Robot,
- Lắp ráp và hoàn thiện Robot,
- Chạy thử và hoàn thành Test case Giai đoạn 1,
- Nâng cấp Robot có thể phân loại các khối lập phương không được sắp xếp

trong Gathering Area,

- Xây dựng một Web App đơn giản để giám sát quá trình phân loại của robot.

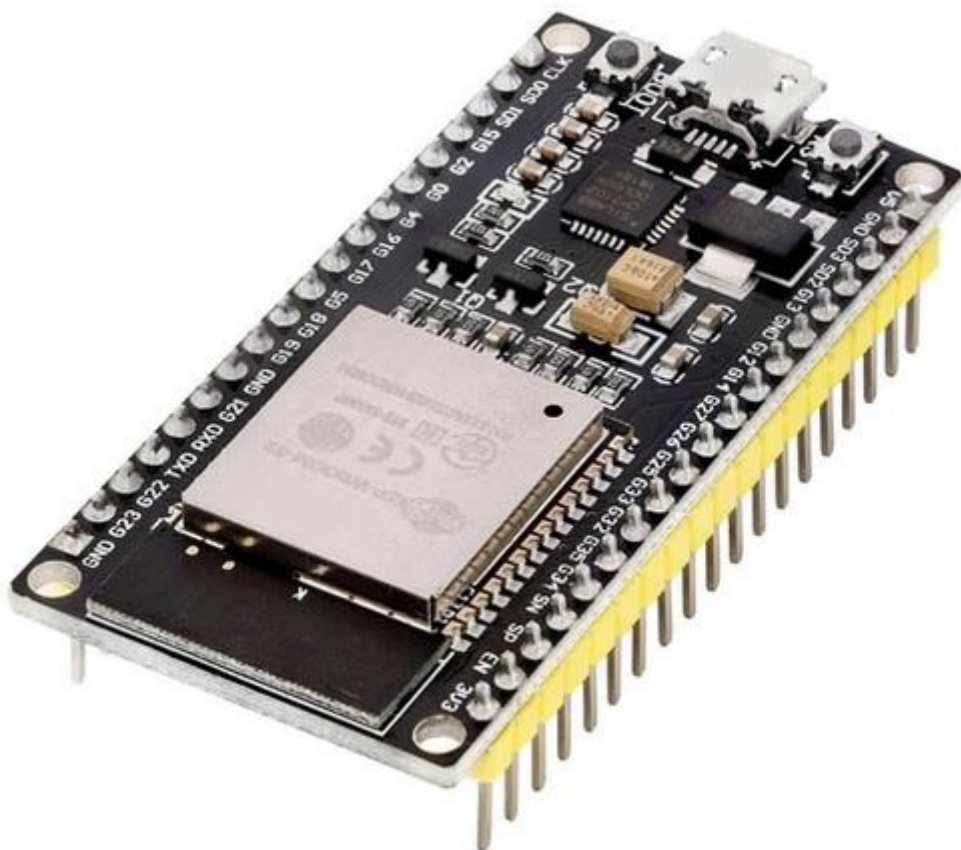
4. Linh kiện và Công cụ

4.1. Linh kiện

- ESP 32 WROOM 32

Đây là module MCU giá rẻ, mạnh mẽ và tiết kiệm năng lượng với 2 nhân CPU có thể hoạt động độc lập với tần số clock có thể điều chỉnh từ 80MHz đến 240MHz giúp cải thiện tốc độ xử lý rất nhanh. ESP32 WROOM 32 sở hữu 32 pin với đầy đủ các giao tiếp như touch sensors, SD card interface, Ethernet, high-speed SPI, UART, I2S, và I2C. Bên cạnh đó ESP32 còn được tích hợp các giao tiếp không dây như Wi-Fi và Bluetooth rất phù hợp để hiện thực Web app giám sát quá trình làm việc của Robot (sẽ được thực hiện trong Giai đoạn 2).

Trong đề tài này, ESP32 WROOM 32 được sử dụng là Bộ xử lý chính của Robot. Nó chịu trách nhiệm giao tiếp với Web app và điều khiển Robot.



Hình 4 ESP32 WROOM 32 Board

Thông số kỹ thuật của ESP32 Wroom 32:

Categories	Items	Specifications
Certification	RF certification	See certificates for Certificates Espressif Systems
	Wi-Fi certification	Wi-Fi Alliance
	Bluetooth certification	BQB
	Green certification	RoHS/REACH
Test	Reliability	HTOL/HTSL/uHAST/TCT/ESD
Wi-Fi	Protocols	802.11 b/g/n (802.11n up to 150 Mbps) A-MPDU and A-MSDU aggregation and 0.4 μ s guard interval support
		Center frequency range of operating channel 2412 ~ 2484 MHz
Bluetooth	Protocols	Bluetooth v4.2 BR/EDR and Bluetooth LE specification
	Radio	NZIF receiver with -97 dBm sensitivity
		Class-1, class-2 and class-3 transmitter
		AFH
	Audio	CVSD and SBC
Hardware	Module interfaces	SD card, UART, SPI, SDIO, I2C, LED PWM, Motor PWM, I2S, IR, pulse counter, GPIO, capacitive touch sensor, ADC, DAC, Two-Wire Automotive Interface (TWAI®), compatible with ISO11898-1 (CAN Specification 2.0)
	Integrated crystal	40 MHz crystal
	Integrated SPI flash	4 MB
	Operating voltage/Power supply	3.0 V ~ 3.6 V
	Operating current	Average: 80 mA
	Minimum current delivered by power supply	500 mA
	Recommended operating ambient temperature range	-40 °C ~ +85 °C
	Package size	18 mm × 25.5 mm × 3.10 mm
	Moisture sensitivity level (MSL)	Level 3

Bảng 1 ESP32-WROOM-32 Specifications

ESP32 Wroom 32 có 38 pin. Chi tiết tên gọi và chức năng của các chân cùng với các thông tin khác về chip được cung cấp đầy đủ trong datasheet sau: [esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf \(espressif.com\)](#).

- ESP 32 CAM (ESP32S)

ESP32 CAM là một module camera WiFi giá rẻ và mạnh mẽ được phát triển bởi Espressif Systems. Nó kết hợp vi điều khiển ESP32 với camera OV2640, cho phép bạn tạo các ứng dụng camera IoT với chi phí thấp.

Trong đề tài này, ESP32 CAM chịu trách nhiệm xử lý hình ảnh, phát hiện và phân loại vật thể trong ảnh.



Hình 5 ESP32 CAM

Tính năng:

- Up to 160MHz clock speed, Summary computing power up to 600 DMIPS
- Built-in 520 KB SRAM, external 4MPSRAM
- Supports UART/SPI/I2C/PWM/ADC/DAC
- Support OV2640 and OV7670 cameras, Built-in Flash lamp.
- Support image WiFi upload
- Support TF card

- Supports multiple sleep modes.
- Embedded Lwip and FreeRTOS
- Supports STA/AP/STA+AP operation mode
- Support Smart Config/AirKiss technology
- Support for serial port local and remote firmware upgrades (FOTA)

Thông số kỹ thuật:

- SPI Flash: default 32Mbit
- RAM: built-in 520 KB+external 4MPSRAM
- Dimension: 27*40.5*4.5 (± 0.2) mm/1.06*1.59*0.18"
- Bluetooth: Bluetooth 4.2 BR/EDR and BLE standards
- Wi-Fi: 802.11b/g/n/e/i
- Support Interface: UART, SPI, I2C, PWM
- Support TF card: maximum support 4G
- IO port: 9
- Serial Port Baud-rate: Default 115200 bps
- Image Output Format: JPEG(OV2640 support only), BMP, GRAYSCALE
- Spectrum Range: 2412 ~2484MHz
- Antenna: onboard PCB antenna, gain 2dBi
- Transmit Power: 802.11b: 17 ± 2 dBm (@11Mbps);
- 802.11g: 14 ± 2 dBm (@54Mbps);
- 802.11n: 13 ± 2 dBm (@MCS7)
- Receiving Sensitivity: CCK, 1 Mbps : -90dBm;
- CCK, 11 Mbps: -85dBm;
- 6 Mbps (1/2 BPSK): -88dBm;
- 54 Mbps (3/4 64-QAM): -70dBm;
- MCS7 (65 Mbps, 72.2 Mbps): -67dBm
- Power consumption: Turn off the flash: 180mA@5V
- Turn on the flash and adjust the brightness to the maximum:
- 310mA@5V

- Deep-sleep: the lowest power consumption can reach 6mA@5V
- Modern-sleep: up to 20mA@5V
- Light-sleep: up to 6.7mA@5V
- Security: WPA/WPA2/WPA2-Enterprise/WPS
- Power supply range: 5V
- Operating temperature: -20 °C ~ 85 °C
- Storage environment: -40 °C ~ 90 °C, < 90%RH
- Weight: 10g

Chi tiết thông tin chi tiết của ESP32 CAM được cung cấp trong datasheet: [ESP32 CAM Datasheet](#)

- OV2640

OV2640 là camera giá rẻ được dùng phổ biến trong các dự án về Computer Vision trên chip ESP32. Nó được bán kèm khi mua ESP32 CAM.



Hình 6 OV2640 Camera

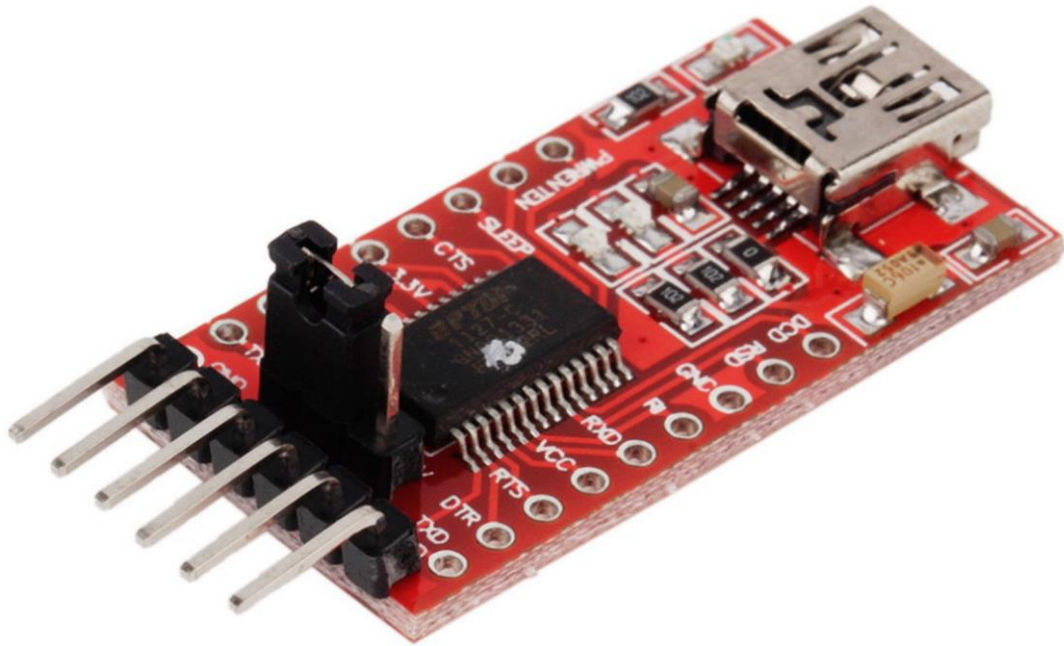
Thông số kỹ thuật:

- Array size: 1600 x 1200 (UXGA)
- Power supply
 - core: 1.3VDC \pm 5%
 - analog: 2.5 ~ 3.0
 - VDCI/O: 1.7V to 3.3V
- Power consumption
 - active (full resolution)
 - 125 mW (for 15 fps, YUV mode)
 - 140 mW (for 15 fps, compressed mode)
 - standby: 600 μ A
- Lens size: 1/4"
- Maximum image transfer rate

- UXGA/SXGA: 15 fps
 - SVGA: 30 fps
 - CIF: 60 fps
- Sensitivity: 0.6 V/Lux-sec
- S/N ratio: 40 dB
- Dynamic range: 50 dB
- Pixel size: 2.2 μm x 2.2 μm
- Dark current: 15 mV/s at 60°C
- Well capacity: 12 Ke
- Fixed pattern noise: <1% of VPEAK-TO-PEAK
- Image area: 3590 μm x 2684 μm
- Package dimensions: 5725 μm x 6285 μm

- FTDI USB to TTL serial converter module (FT232RL)

Trong đề tài này, FT232RL được dùng để nạp code cho ESP32 CAM.



Hình 7 FTDI USB to TTL serial converter module

Tính năng và thông số kỹ thuật:

- Operating Voltage: 5V/3.3V DC
- Max Current Draw: 5V - 500mA; 3.3V - 50mA
- Connector: Mini USB
- Fully integrated 1024 bit EEPROM storing device descriptors and CBUS I/O configuration
- Data transfer rates from 300 baud to 3 Mbaud (RS422, RS485, RS232) at TTL levels
- 128 byte receive buffer and 256 bytes transmit buffer
- Transmit and receive LED drive signals
- Fully integrated clock generation with no external crystal required

Chi tiết thông tin kỹ thuật: [FT232RL USB TO TTL 3.3V/5V FTDI Serial Adapter Module Pinout, Features, Datasheet \(components101.com\)](https://components101.com/ft232rl-usb-to-ttl-3.3v-5v-ftdi-serial-adapter-module/)

- Micro Servo 9G – SG90 180°

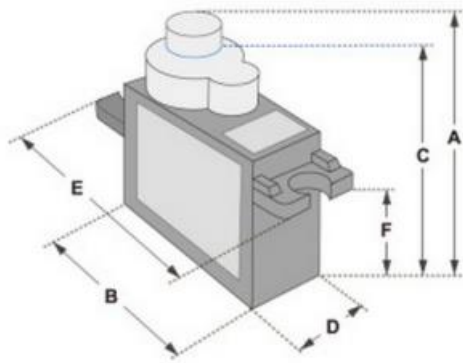
Đây là loại Servo giá rẻ, dễ mua, dễ dàng kết nối và dễ điều khiển. Với góc quay trong khoảng từ -90° đến 90°, SG90 là sự lựa chọn tốt trong các điều khiển tĩnh tiến.

Trong đề tài này, SG90 được sử dụng để điều khiển xoay camera và điều khiển cánh tay gấp vật thể.



Hình 8 Micro Servo 9G – SG90 180°

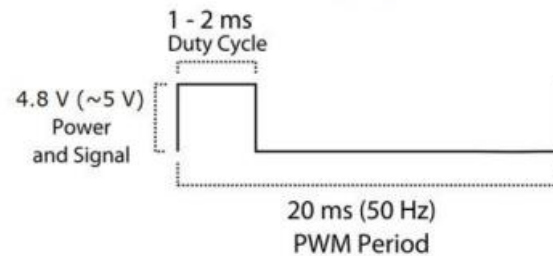
Thông số kỹ thuật:



Position "0" (1.5 ms pulse) is middle, "90" (~2ms pulse) is middle, is all the way to the right, "-90" (~1ms pulse) is all the way to the left.

Dimensions & Specifications	
A (mm) :	32
B (mm) :	23
C (mm) :	28.5
D (mm) :	12
E (mm) :	32
F (mm) :	19.5
Speed (sec) :	0.1
Torque (kg-cm) :	2.5
Weight (g) :	14.7
Voltage :	4.8 - 6

PWM=Orange (⏏)
Vcc=Red (+)
Ground=Brown (-)

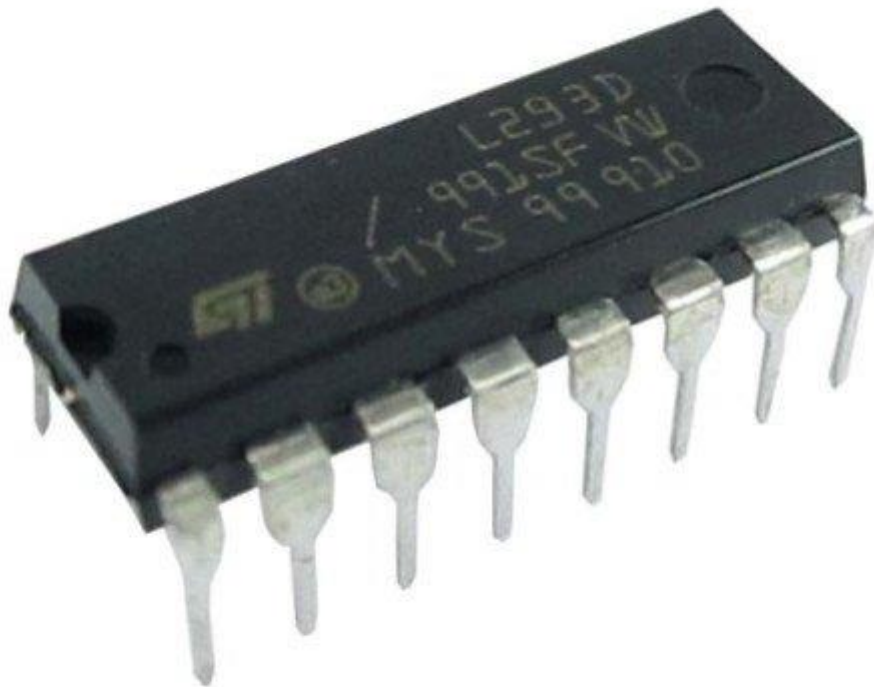
Hình 9 Thông số kỹ thuật của Micro Servo 90 - SG90

Thông tin chi tiết về linh kiện được cung cấp trong datasheet: [SERVO MOTOR SG90 DATA SHEET \(ic.ac.uk\)](#)

- IC L293D

IC L293D là một IC cầu H được sử dụng để điều khiển động cơ DC. Nó có thể điều khiển hai động cơ DC riêng biệt theo hai hướng, hoặc một động cơ DC bước. Nó được sử dụng rộng rãi trong điều khiển robot, xe điều khiển từ xa, máy in, máy CNC và các thiết bị điện tử khác. Ngoài ra, IC L293D là một IC đơn giản, dễ sử dụng và dễ dàng mua được trong các cửa hàng linh kiện điện tử hoặc trang web thương mại điện tử như Shopee, Lazada, Tiki.

Trong đề tài này, IC L293D sẽ chịu trách nhiệm nhận tín hiệu từ ESP32 để điều khiển các motor di chuyển Robot.

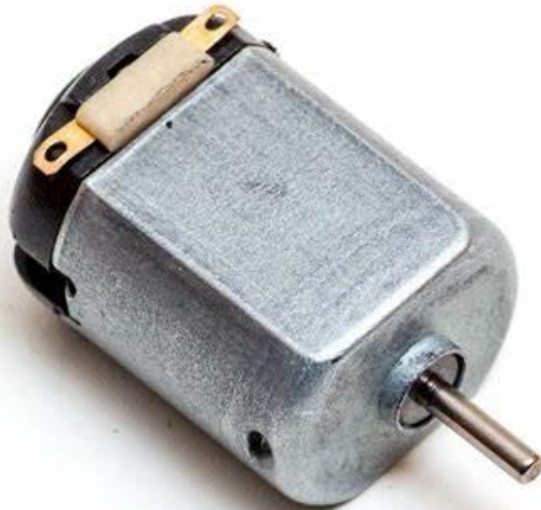


Hình 10 IC L293D

Chi tiết thông tin của IC được cung cấp trong datasheet: [L293D Datasheet](#)

- DC Motor 6V

DC Motor được sử dụng cho phần di chuyển của Robot. Đây là loại motor phổ biến và dễ sử dụng với mức điện áp hoạt động tương đối thấp là 6V.



Hình 11 DC Motor 6V

Thông số kỹ thuật:

Item	Specification	Reference
Rated Voltage	6V DC	
No load speed	12000±15%rpm	
No load current	≤280mA	
Operating voltage	1.5-6.5V DC	
Starting Torque	≥250g.cm(according to ourself developed blade)	
Starting current	≤5A	
Insulation Resistance	above 10Ω between the case and the terminal	DV 100V
Rotation Direction	CW:[+]terminal connected to the positive power supply,[-]terminal connected to negative power,clockwise is deemed by the direction of the output shaft	
shaft gap	0.05-0.35mm	

Bảng 2 Thông số kỹ thuật của DC Motor 6V

- Ultrasonic sensor (HC-SR04)

Đây là cảm biến đo khoảng cách sử dụng sóng siêu âm để tính toán khoảng cách với độ chính xác cao. HC-SR04 được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng robot tránh vật cản.

Nó được sử dụng để tính toán khoảng từ robot đến vật thể để ESP32 điều khiển cánh tay gấp vật thể.



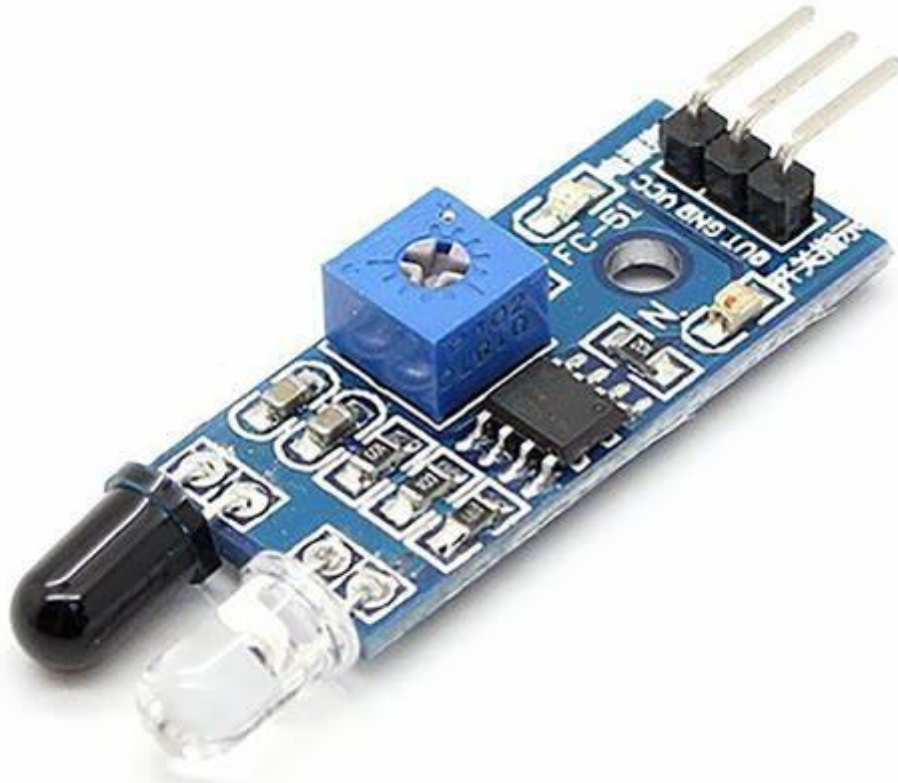
Hình 12 Ultrasonic sensor (HC-SR04)

Thông số kỹ thuật:

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
MeasuringAngle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm

Hình 13 Thông số kỹ thuật của Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

- Cảm biến hồng ngoại LM393



Hình 14 Cảm biến hồng ngoại LM393

Cảm biến vật cản hồng ngoại LM393 là một trong những loại cảm biến phổ biến trong các dự án điện tử. Nó hoạt động bằng cách phát ra tia hồng ngoại và thu lại khi gặp các vật cản. Nó có thể được sử dụng để phát hiện các vật cản trong khoảng cách từ 2cm đến 30cm.

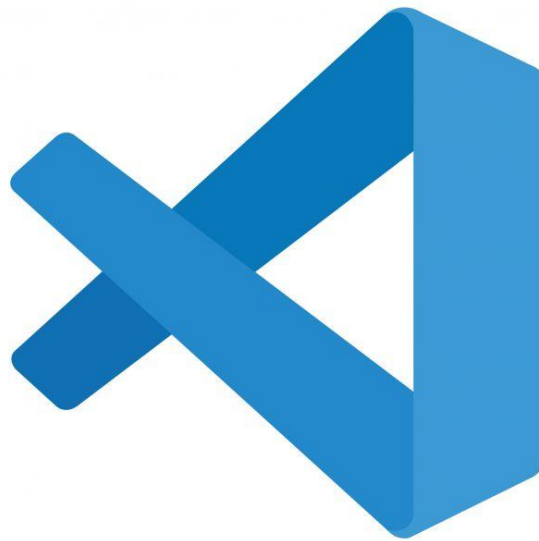
Trong đề tài này, nó được sử dụng cung cấp thông tin để ESP32 biết liệu Robot có đi đúng đường line hay không để điều khiển các motor.

Thông số kỹ thuật:

- Điện áp hoạt động: 3.3V đến 5V
- Dòng điện tiêu thụ: 20mA
- Khoảng cách phát hiện: 2cm đến 30cm
- Góc phát hiện: 35°
- Loại đầu ra: Digital

4.2. Công cụ

- Visual Studio Code IDE



Hình 15 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) là một trình soạn thảo mã nguồn miễn phí, mã nguồn mở được phát triển bởi Microsoft. Nó có sẵn cho Windows, macOS và Linux. VS Code là một công cụ mạnh mẽ và linh hoạt có thể được sử dụng để phát triển nhiều loại ứng dụng, bao gồm web, di động, máy tính để bàn và đám mây.

- Blender



Hình 16 Blender

Blender là một phần mềm đồ họa 3D miễn phí và mã nguồn mở được sử dụng để tạo mô hình, hoạt hình, kết xuất, mô phỏng, chỉnh sửa video và compositing. Nó có sẵn cho Windows, macOS và Linux. Blender là một công cụ mạnh mẽ và linh hoạt có thể được sử dụng để tạo ra các dự án 3D chất lượng cao, từ phim hoạt hình ngắn đến trò chơi điện tử.

Trong đề tài này, Blender sẽ là công cụ chính để vẽ mô hình 3D cho Robot.

- Draw.io



Hình 17 Draw.io

Drawio là một công cụ vẽ sơ đồ trực tuyến miễn phí cho phép bạn tạo ra các sơ đồ chuyên nghiệp một cách nhanh chóng và dễ dàng. Nó có sẵn trên web, máy tính để bàn và thiết bị di động. Drawio là một công cụ mạnh mẽ và linh hoạt có thể được sử dụng để tạo ra nhiều loại sơ đồ khác nhau, bao gồm:

- Sơ đồ luồng dữ liệu
- Sơ đồ quy trình
- Sơ đồ UML
- Sơ đồ mạng
- Sơ đồ nhà
- Sơ đồ tổ chức
- Sơ đồ mạch điện
- Sơ đồ kiến trúc
- Và nhiều hơn nữa

Trong đề tài này, Drawio sẽ được dùng để vẽ sơ đồ hoạt động của Robot.

4.3. Framework

- ESP – IDF 5.1.2

Tài liệu API do Espressif Systems (Shanghai) Co., Ltd cung cấp: [esp-idf-en-master-esp32.pdf \(espressif.com\)](https://docs.espressif.com/en/latest/esp-idf/en-master-esp32.pdf)

5. Tài liệu tham khảo

Tìm hiểu các loại chi phí lưu kho trong doanh nghiệp - Logistics Việt Nam - Đăng ngày 11/07/2022 - <https://alslogistics.vn/tim-hieu-cac-loai-chi-phi-luu-kho-trong-doanh-nghiep/#:~:text=Chi%20ph%C3%AD%20kho%20h%C3%A0ng%3A%20Chi%E1%BA%BFm%20kho%E1%BA%A3ng%203-10%2C%20chi,thu%C3%AA%20nh%C3%A2n%20c%C3%B4ng%20v%C3%A0%20chi%20ph%C3%AD%20ph%C3%A1t%20sinh.>

<https://alslogistics.vn/tim-hieu-cac-loai-chi-phi-luu-kho-trong-doanh-nghiep/#:~:text=Chi%20ph%C3%AD%20kho%20h%C3%A0ng%3A%20Chi%E1%BA%BFm%20kho%E1%BA%A3ng%203-10%2C%20chi,thu%C3%AA%20nh%C3%A2n%20c%C3%B4ng%20v%C3%A0%20chi%20ph%C3%AD%20ph%C3%A1t%20sinh.>

Robotics Industry Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024 - 2029) - <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/robotics-market>

IFR presents World Robotics Report 2020 - <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe>