

**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	6
3.1. Giao đoạn 1:	6
3.2. Giai đoạn 2:	7
4. Linh kiện và Công cụ	8
4.1. Linh kiện	8
4.2. Công cụ	20
4.3. Framework	20
5. Tài liệu tham khảo	21

Bảng

Bảng 1 ESP32-WROOM-32 Specifications	9
Bảng 2 Thông số kỹ thuật của DC Motor 6V	18

Hình ảnh

Hình 1 Tổng quan đồ án	5
Hình 2 Sơ đồ khu vực kiểm thử dự án	6
Hình 3 ESP32 WROOM 32 Board	8
Hình 4 ESP32 CAM	10
Hình 5 OV2640 Camera	13
Hình 6 FTDI USB to TTL serial converter module	15
Hình 7 Micro Servo 9G – SG90 180°	16
Hình 8 Thông số kỹ thuật của Micro Servo 90 - SG90	16
Hình 9 IC L293D	17
Hình 10 DC Motor 6V	18
Hình 11 Ultrasonic sensor (HC-SR04)	19
Hình 12 Thông số kỹ thuật của Ultrasonic Ranging Module HC - SR04	19

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:

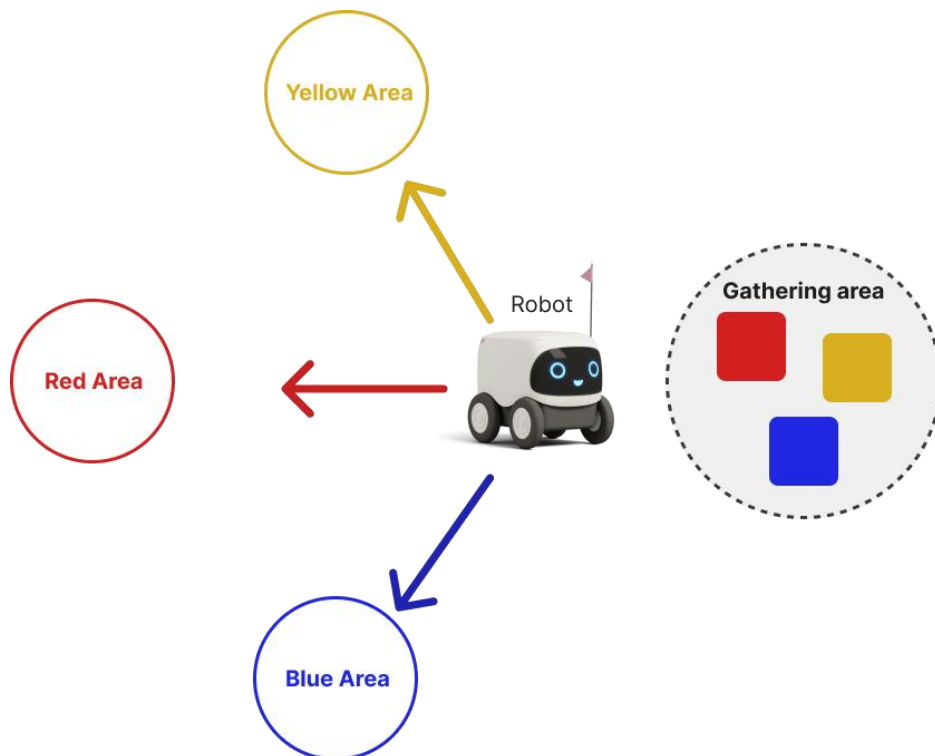
- Đầu vào:

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.



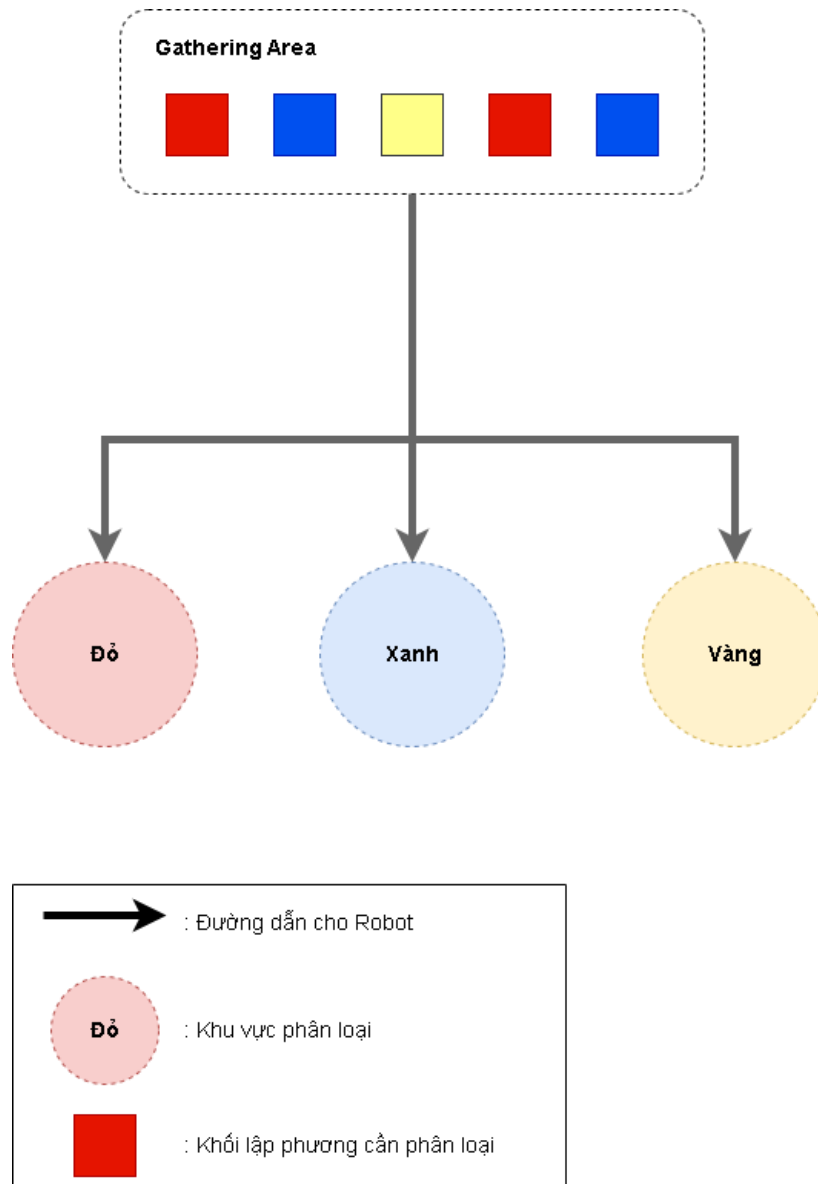
Hình 1 Tổng quan đồ án

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 2 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

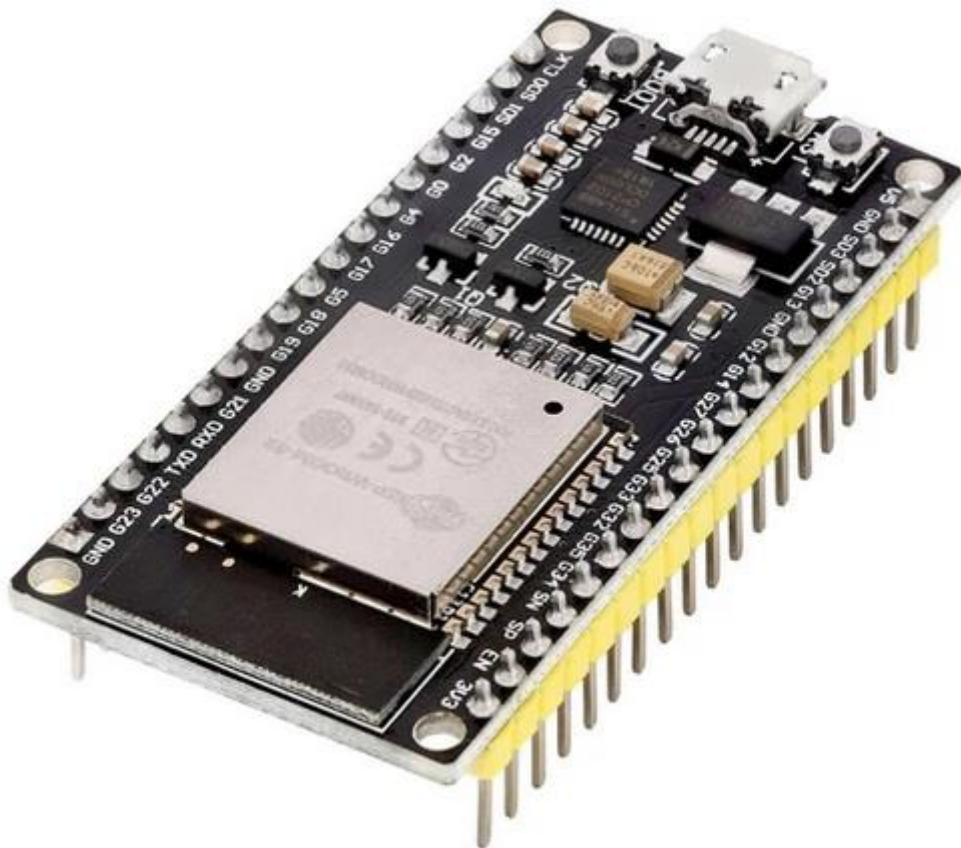
trong Gathering Area,

- 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



Hình 3 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)



Hình 4 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



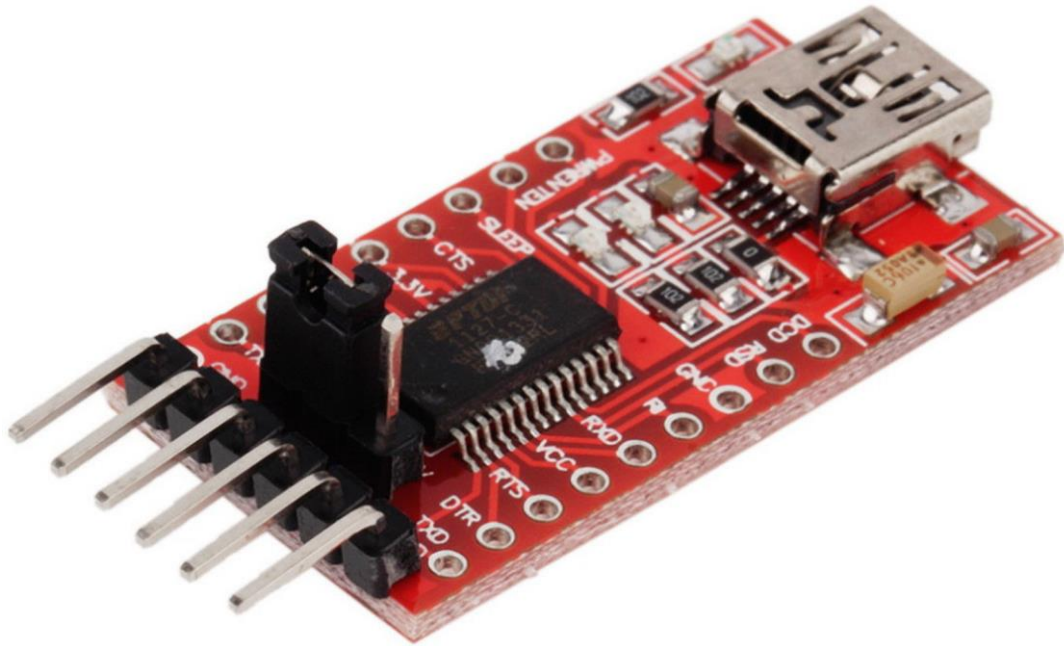
Hình 5 OV2640 Camera

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)



Hình 6 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

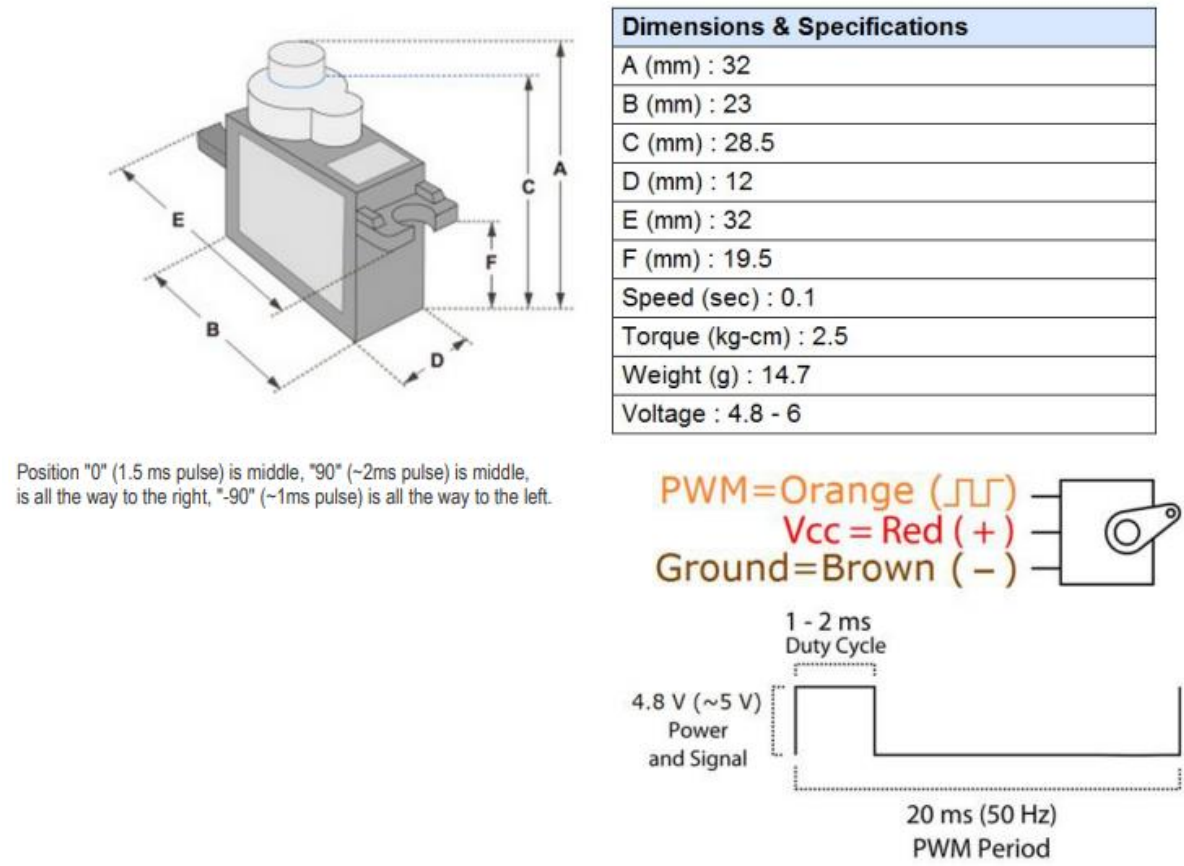
Chi tiết thông tin kỹ thuật: [FT232RL USB TO TTL 3.3V/5V FTDI Serial Adapter Module Pinout, Features, Datasheet \(components101.com\)](#)

- Micro Servo 9G – SG90 180°



Hình 7 Micro Servo 9G – SG90 180°

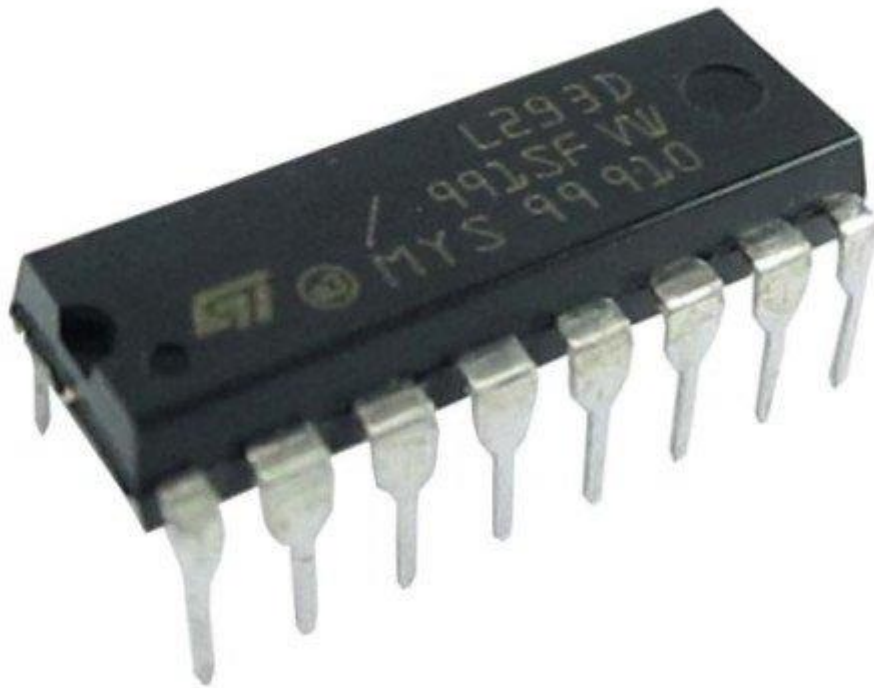
Thông số kỹ thuật:



Hình 8 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



Hình 9 IC L293D

Chi tiết thông tin của IC được cung cấp trong datasheet: [L23D Datasheet](#)

- DC Motor 6V



Hình 10 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)



Hình 11 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 12 Thông số kỹ thuật của Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

4.2. Công cụ

- Visual Studio Code IDE
- Solidwork
- Drawio

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 \(espressif.com\)](#)

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>