

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA
WYDZIAŁ MECHANICZNY

KIERUNEK: Mechatronika

Interdyscyplinarny Projekt Zespołowy

Czytnik linii papilarnych z modułem rozpoznawania twarzy

AUTORZY:
Grzegorz Buczek
Stanisław Dendewicz
Adam Kołaczek – Szymański
Wojciech Antoszczyszyn

WROCŁAW 2023.19.03

Cel

Wykonanie urządzenia umożliwiającego odblokowanie drzwi za pomocą linii papilarnych oraz skanowania twarzy.

Założenia projektowe / ewentualne problemy projektowe

Urządzenie będzie oparte o mikrokontroler ESP32, z dołączoną kamerą. Dodatkowo zaimplementowany zostanie moduł skanowania linii papilarnych. Urządzenie będzie miało możliwość dodania jak i usunięcia linii papilarnych oraz skanu twarzy. Zadaniem urządzenia będzie wysyłać sygnał wysoki, do np. elektrozamka, co umożliwi otwarcie drzwi. Urządzenie schowane będzie w obudowie.

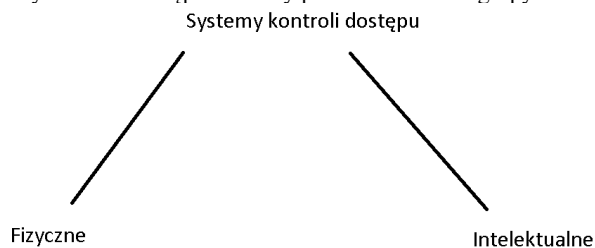
Parametry techniczne

- Urządzenie oparte na ESP32
- Urządzenie wyposażone w skaner linii papilarnych oraz skaner twarzy
- Zasilanie zewnętrzne
- Urządzenie wykonane w obudowie wydrukowanej na drukarce 3D,

Wstęp

Istnieje duża grupa rodzajów systemów kontroli dostępu. Omawiane systemy mogą występować w dowolnej kombinacji dlatego też ciężko jest wymienić je wszystkie. W przeglądzie zawarte są podstawowe rozwiązania spotykane najczęściej.

Systemy kontroli dostępu możemy podzielić na dwie grupy:

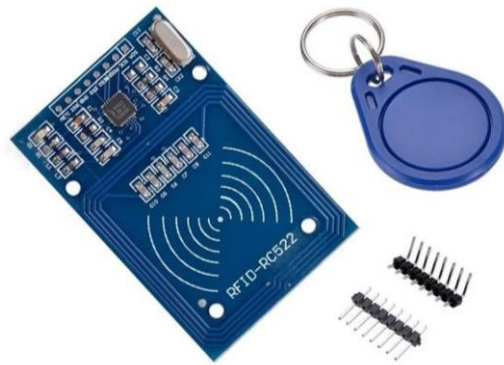


Fizyczne systemy kontroli polegają na fizycznym posiadaniu przedmiotu lub właściwości pozwalającej na uzyskanie dostępu. Oznacza to że bez określonej rzeczy – klucza nie jesteśmy w stanie uzyskać dostępu.

Intelektualne systemy dostępu są zawarte w sferze umysłu człowieka, tzn. hasło ma taką formę że jego przechowanie możliwe jest w pamięci człowieka natomiast przekazanie hasła odbywać się może za pomocą jakiegokolwiek interfejsu człowiek – urządzenie.

Przegląd systemów kontroli dostępu fizycznych:

1. System kontroli oparty o odczyt kart, przedmiotów za pomocą komunikacji falowej (magnetyczna, RFID itd.)
Systemy te opierają się na module odbiornika i nadajnika (transponder). Istnieje dosyć dużo odmian tego typu systemu. Głównie występuje tutaj czip, układ scalony zamknięty w postaci przedmiotu który jest w stanie komunikować się z układem dostępu. Zasada działania polega na komunikacji bezstykowej poprzez wysyłane fale radiowe, magnetyczne lub innego rodzaju.



Rysunek 1. Moduł dostępu z czytnikiem RFID

Tego rodzaju systemy są powszechnie stosowane w zamkniętych instytucjach gdzie istotne jest posiadanie dostępu na podstawie posiadanego stanowiska. Systemy te są również powszechne w miejscach publicznych czy siłowniach.



Rysunek 2. Popularny system odczytu kart w miejscu publicznym

Wadą tego rozwiązania są następujące:

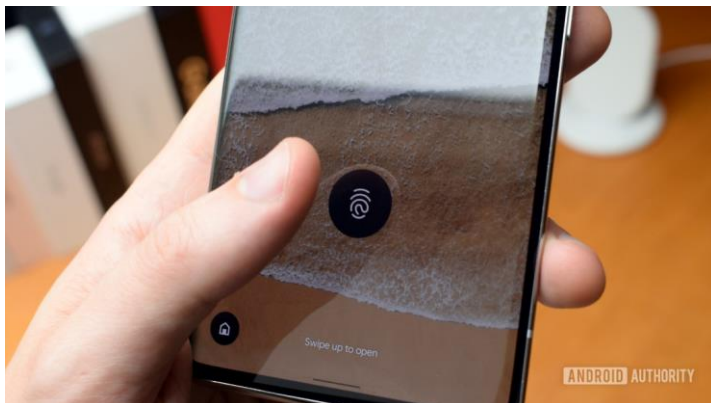
- potrzeba posiadania fizycznie klucza dostępu
- możliwość zgubienia lub uszkodzenia klucza dostępu
- możliwość kradzieży klucza dostępu

2. System kontroli oparty na biometrii

Systemy te opierają się na kontroli dostępu za pomocą cech fizycznych użytkownika.

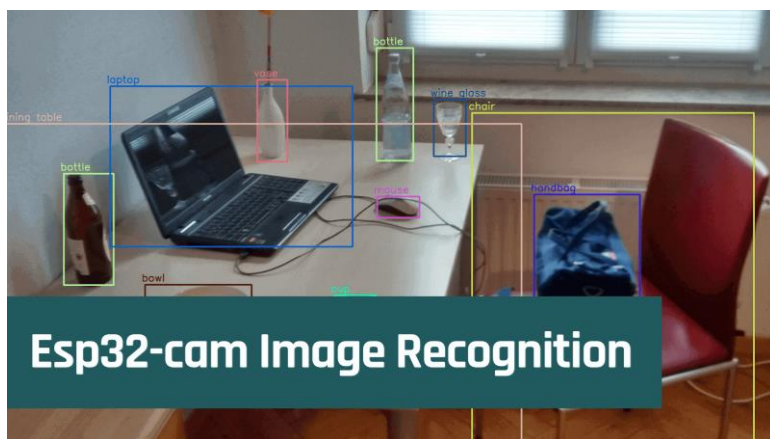
Głównie spotykane to:

- rozpoznawanie twarzy
- rozpoznawanie odcisku palca
- rozpoznawanie głosu



Rysunek 3. System biometryczny dostępu za pomocą odcisku palca

Sposoby te, choć popularne w telefonach nie są często spotykane w miejscach publicznych lub instytucjach firmowych. Mierzone cechy są indywidualne dla każdego człowieka a przez to osobiste. Moduły realizujące wymienione wcześniej czynności są skomplikowane. Dużą zaletą tego systemu w porównaniu do poprzedniego jest fakt że takiego klucza dostępu nigdy nie zapomnimy oraz nie zgubimy, nie może być on też skradziony. Ciężko jest też włamać się do takiego systemu bez uprzedniej wiedzy użytkowników. Systemy te z racji na swoje zaawansowanie są trudniejsze do złamania choć słabe ogniwo w tym systemie może być przyczyną łatwego dostępu. Choć rzadko spotykane, są one stosowane przy dużym stopniu bezpieczeństwa. Przy dużym zaawansowaniu systemy te są trudne do sforsowania a przy tym przyjazne dla użytkowników.



Rysunek 4. System dostępu oparty na rozpoznawaniu twarzy

Systemy te wymagają dosyć dokładnego opracowania i opierają się na wykorzystaniu różnych zasad działania, algorytmów informatycznych, zasad optycznego zapisu informacji oraz analizie obrazu.

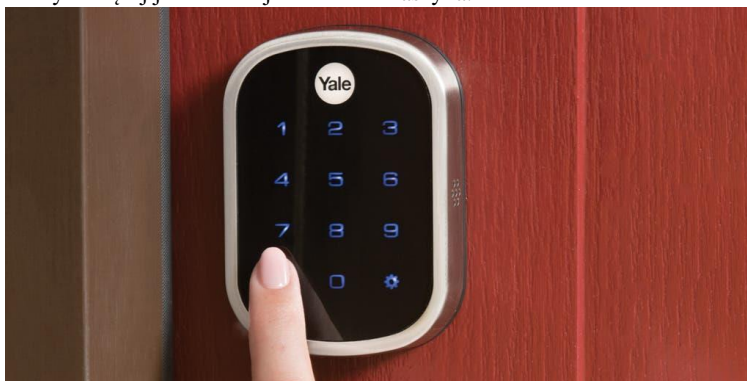
Wady rozwiązania:

- stosunkowo drogie moduły
- dedykowane pod mniejszą ilość osób
- skomplikowana zasada działania (dostępu)
- brak możliwości zmiany klucza dostępu (jedna cecha fizyczna osoby)

Przegląd systemów kontroli dostępu intelektualnych:

1. System dostępu oparty na kodzie alfanumerycznym

Systemy te są najpowszechniej stosowane. Łatwe w implementacji oraz stosunkowo bezpieczne. Jedynymi modułami potrzebnymi do realizacji tej metody dostępu są mikrokontroler zaprogramowany do odczytywania i porównywania haseł oraz moduł klawiatury służącej jako interfejs człowiek-maszyna.



Rysunek 5. System dostępu przez hasło alfanumeryczne

Istotnym modulem w tej kwestii jest również wyświetlacz poprawiający czytelność tego co dzieje się podczas podejmowania próby uzyskania dostępu.



Rysunek 6. System z dostępem alfanumerycznym na mikrokontrolerze Arduino

Choć te systemy są popularne i często stosowane to jednak mają kilka istotnych wad:

- krótkie hasła są stosunkowo słabe
- im dłuższe i silniejsze hasło tym dłuższy czas wprowadzania go
- duża szansa wycieku hasła na zewnątrz
- nie do zastosowania w miejscach publicznych bez sprzężenia z innym wspierającym systemem
- długie hasła ciężko się zapamiętuje

2. System dostępu za pomocą haseł symbolicznych

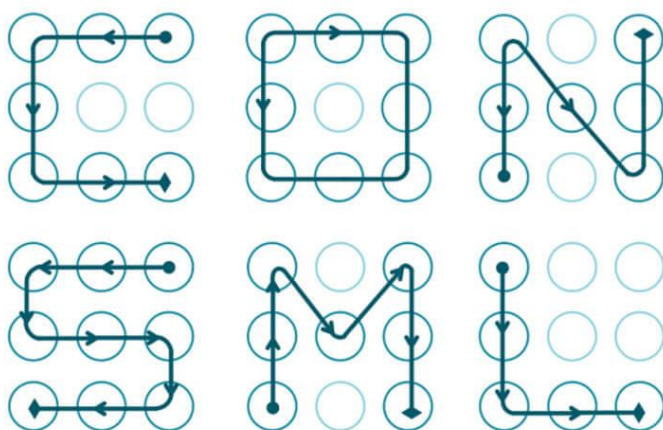
System ten można porównać do systemu z dostępem alfanumerycznym. W tym przypadku nie obędzie się bez wyświetlacza dotykowego na którym użytkownik wprowadza hasła w postaci graficznej.



Z komentarzem [WA1]: Przegląd producentów

Rysunek 7. System dostępu z wykorzystaniem ekranu dotykowego

Systemy dostępu graficznego muszą być uniwersalne i znormalizowane w taki sposób aby każdy użytkownik bez względu na swoje umiejętności motoryczne był w stanie powtórzyć dane hasło. Są rzadko stosowane w miejscach publicznych i instytucjach z racji na niedużą różnicę w zaletach.



Wady takiego systemu są następujące:

- kosztowny w implementacji
- wrażliwy na uszkodzenia
- nie wprowadza dodatkowego stopnia bezpieczeństwa
- łatwy do podglądnięcia
- skomplikowane symbole mogą być trudne do zapamiętania

Przegląd rozwiązań

- Czujniki linii papilarnych - Czujniki optyczne to najstarsza grupa sensorów linii papilarnych. Działają na zasadzie skanera który, można spotkać w tradycyjnych drukarkach. Mają one matrycę diod LED, która oświetla opuszek palca i rejestruje obraz odcisku. Czujniki optyczne wykorzystują dwa typy przetworników obrazu – CMOS i CCD, przetworniki CCD są droższe. Zanim zostanie przeprowadzone porównanie zeskanowanego odcisku palca z zapisanym w bazie danych wzorcem, jednostka przetwarzająca skanera sprawdza, czy zarejestrowany obraz ma odpowiednią jakość, ostrość itp. Weryfikowany jest m.in., średni poziom jasności pikseli, a gdy poziom jasności jest odpowiedni, następuje porównanie z wzorcem odcisku.
 - Czujnik linii papilarnych z70



- Specyfikacja:

Cena: około 170 zł, dostępny w sklepie botland

Link do sklepu:

<https://botland.com.pl/czytniki-linii-papilarnych/5060-czytnik-linii-papilarnych-z70-czujnik-odciskow-palcow-5903351241434.html>

- Posiada wbudowany procesor DSP
- Komunikacja przez interfejs UART (RX,TX)
- Kompatybilny z różnymi mikrokontrolerami np. Arduino
- Napięcia zasilania: od 3,8V do 7V
- Prąd pracy: 65mA
- Czas odczytu obrazu: poniżej 1s
- Pamięć: 1000 odcisków palców
- Średni czas przeszukiwania bazy: 2ms
- Poziom ochrony: 5 – najwyższy
- Temperatura pracy: od -20°C do 60 °C
- Wymiary pola odczytu: 14,5 mm x 19,4 mm
- Wymiary modułu: 54mm x 20mm x 20,5mm

- Czytniki linii papilarnych DY50.



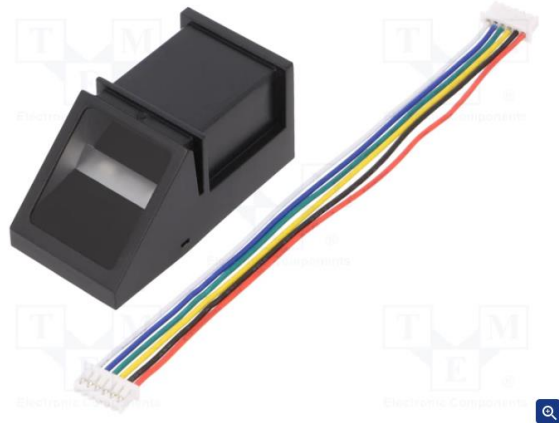
- Specyfikacja:

Cena około: 32zł, mała dostępność w polskich sklepach, konieczność zamówienia z chin
 Link do sklepu: <https://pl.aliexpress.com/item/4000038367932.html>

- Napięcie zasilania: DC 3.6 ~ 6.0V
- Prąd zasilania <120mA
- Czas odcisków palców: <1.0 sekundy
- Pojemność pamięci: 200 odcisków
- Temperatura: od -20°C do 50°C
- Wymiary widoczne na zdjęciu
- Kompatybilność z wieloma mikrokontrolerami
- Komunikacja przez interfejs UART (RX,TX) i USB

- Czytnik linii papilarnych OKY3429:

OKY3429



- Specyfikacja:

Cena około 220zł,

Link do sklepu: <https://www.tme.eu/pl/details/oky3429/czujniki-pozostale/okystar/>

- Wymiary 55mm x 21mm x 21,5mm
- Napięcia zasilania: od 3,6V do 6V

○ Czujniki pojemnościowe:

W sensorach pojemnościowych wykorzystuje się matrycę mikrocondensatorów, gdzie opuszcza palca stanowi jedną z okładek kondensatora. Pojemność tak utworzonego układu zależy od tego, czy elektrodę stanowi grzbiet, czy dolina linii papilarnych weryfikowanej osoby. Więcej kondensatorów w matrycy oznacza większą rozdzielczość i bezpieczeństwo. Sensory te można skalibrować tak, żeby rozpoznawały tylko żywe palce, co utrudnia oszustwo w porównaniu z czujnikami optycznymi.

- Skaner linii papilarnych:



▪ Specyfikacja:

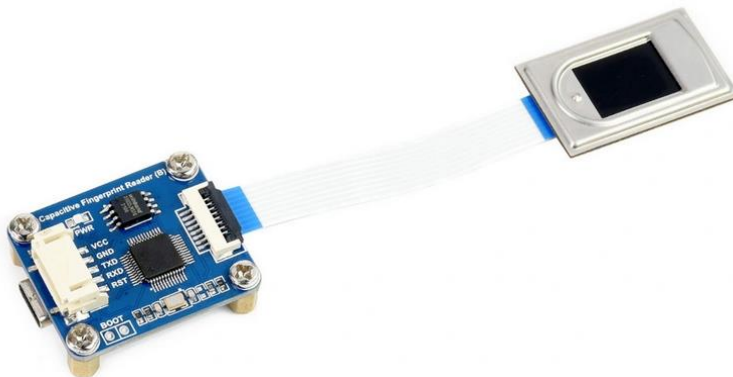
Cena około 100zł,

Link do sklepu:

<https://kamami.pl/czytniki-linii-papilarnych/581469-capacitive-fingerprint-sensorscanner-skaner-linii-papilarnych-sen-0348.html>

- Wykorzystuje wydajny procesor oraz algorytm IDfinger6.0
- Komunikacja przez interfejs UART
- Wprowadzanie odcisków palców w zakresie 360 stopni
- Pojemność pamięci: 80 odcisków palców
- Czas weryfikacji: 300 do 400 ms
- Rozdzielczość pikseli: 508 dpi
- Liczba pikseli: 160x160
- Obszar wykrywania odcisków palców: 8 x 8 mm
- Napięcie: 3,3 V
- Prąd: <60mA
- Wymiary: średnica 21 mm, wysokość 5 mm

- Pojemnościowy czytnik linii papilarnych(B) – Waveshare 20679



▪ Specyfikacja:

Cena około 240zł,

Link do sklepu:

<https://botland.com.pl/czytniki-linii-papilarnych/20552-pojemnosciowy-czytnik-linii-papilarnych-b-uartusb-waveshare-20679-5904422381660.html>

- Moduł czytnika wyposażony został w złącze **micro – USB** oraz **interfejs UART**.
- Oparty na wysoce wydajnym procesorze **Cortex** z komercyjnymi algorytmami odcisków palców o wysokim poziomie bezpieczeństwa oraz zaawansowanym, półprzewodnikowym sensorem linii papilarnych.
- Rozdzielczość: 208 x 288 px
- Skala: 256 (8bit)
- Powierzchnia pomiarowa: 14,6mm x 10,6mm
- Pojemność linii papilarnych: 3000

- Czas dopasowania: 0,5s
- Napięcie zasilania: 3,3V – 5V
- Pobór prądu: do 40mA
- Wymiar modułu: 34mm x 28,5mm
- Wymiar czujnika: 33,4mm x 20,4mm

○ Czujniki, skanery ultradźwiękowe:

Składają się najczęściej z dwóch komponentów: generatora sygnału pobudzającego i przetwornika piezoelektrycznego. Przetwornik wzbudzony przez generator rozszerza się i kurczy emitując falę ultradźwiękową albo reagując na falę odbitą od obiektu pomiaru, wytwarza sygnał elektryczny. Jest to możliwe dzięki efektowi piezoelektrycznemu i zjawisku do niego odwrotnemu.

Fala odbita pojawia się z kolei na skutek niedopasowania impedancji akustycznej ośrodków, przez które przechodzi sygnał z nadajnika. Im różnica ta jest większa, tym większy jest współczynnik odbicia. W ultradźwiękowych skanerach linii papilarnych, podobnie jak w optycznych i pojemnościowych, celem jest rozróżnienie grzbietów i dolin wierzchniej warstwy naskórka, w tym przypadku na podstawie różnic w falach odbitych na granicy szkło-skóra (grzbiet) i szkło-powietrze (dolina), przekształconych w przetworniku w sygnał elektryczny. Skanery ultradźwiękowe realizowane są w różnych konfiguracjach w zależności od rozmiaru czujnika, wymaganej rozdzielczości skanowania, czy dopuszczalnego zużycia energii.

Ze względu na małą dostępność tych czujników nie zostaną wykorzystane w projekcie.

Rozpoznawanie twarzy

można rozpatrywać w kategoriach klasyfikacji twarzy widzialnej lub krzywej profilu twarzy. Aktualnie realizowane metody są adaptacjami metod heurystycznych i statystycznych nie uwzględniających specyfiki twarzy.

Metody przedstawione w tych opracowaniach bazują na traktowaniu profilu twarzy jako krzywej charakterystycznej, której kształt i poszczególne punkty wyróżnione stanowią wektor cech charakterystycznych dla każdej twarzy. Rozpoznawanie odbywa się poprzez klasyfikację metodami i statystycznym i lub heurystycznymi.

Wielkim problemem w przetwarzaniu i rozpoznawaniu obrazów są rozmiary danych wejściowych. Pewnym rozwiązaniem tego problemu jest propozycja kompresji i kodowania obrazu twarzy. Skuteczność kompresji 100:1 osiągnięto poprzez wprowadzenie pojęcia obrazu własnego i metody rekonstrukcji obrazu na podstawie obrazu uśrednionego i tablicy wartości własnych. Niestety, jak do tej pory, metoda kompresji nie została zaadoptowana do systemu rozpoznawania twarzy.

Systemy wizyjne umożliwiające kontrolę twarzy

Kamery z funkcją rozpoznawania twarzy pozwalają na detekcję ludzkiej twarzy w ustalonym kadrze. Po wykryciu zdarzenia może nastąpić wykonanie zdjęcia, nagranie, lub uruchomienie alarmu. Przykładowym działaniem systemu może być opóźnienie zwolnienia blokady klamki, dopóki nie zostanie zapisany czytelny obraz twarzy. Pozwala to na tworzenie bazy zdjęć twarzy osób, które wchodzi na obiekt. Znacząco zwiększa to skuteczność i skraca czas potrzebny na wyszukania nagrania przez operatora.

Przykładowo stosowane kamery:

BCS-V-DI836IR5 BCS VIEW KAMERA KOPUŁOWA IP 8MPX IR 50M WDR MOTOZOOM

BCS-V-DI836IR5 Darmowa dostawa Promocja do 2023-03-31



- Rodzaj przetwornika: 1/2.5" PS CMOS,
- Ilość pikseli: 8Mpx,
- Rozdzielczość: 3840x2160,
- Kąt widzenia: H: 115° ~ 35°, V: 60°~19°,
- Ogniskowa obiektywu: 2.8mm ~ 12mm,
- Zasięg promiennika IR: do 50 metrów,
- Funkcje: WDR 120dB, 3DNR, BLC, HLC, ROI, AGC, AWB, AES,
- Klasa szczelności: IP66,
- Klasa wandaloodporności: IK10,
- Wejścia/wyjścia audio: 1/1,
- Wejścia/wyjścia alarm: 1/1,
- Slot kart pamięci: MicroSD do 128GB,
- Kolor: Biały,
- Zasilanie: DC12V, PoE.

PROMOCJA

~~2 765,00 zł~~ -30%

1 935,53 zł

1 573,60 zł netto

DO KOSZYKA

BCS
VIEW

Sklep: <https://www.chron.pl/kamery-z-funkcja-wykrywania-twarzy>

BCS-L-TIP52FC-AI2 BCS LINE KAMERA MEGAPIKSELOWA 2MPX

BCS-L-TIP52FC-AI2 Darmowa dostawa Promocja do 2023-03-31



- Rodzaj przetwornika: 1/2.8" CMOS,
- Ilość pikseli: 2Mpx,
- Rozdzielczość: 1920 x 1080,
- Ogniskowa obiektywu: 3.6mm/F1.0,
- Technologia NightColor,
- Funkcje: AWB, AGC, BLC, HLC, ROI, WDR(120dB), 3DNR,
- Funkcje inteligentne: detekcja twarzy, liczenie ludzi, detekcja ruchu, przekroczenie linii, wtargnięcie w obszar,
- Obsługa trzech strumieni wideo,
- Klasa szczelności: IP67,
- Obsługa kart pamięci: MicroSD do 256GB,
- Zasilanie: DC12V, ePoE(802.3af).

PROMOCJA

~~1 622,00 zł~~ -30%

1 135,66 zł

923,30 zł netto

DO KOSZYKA

BCS
LINE

Sklep: <https://www.chron.pl/kamery-z-funkcja-wykrywania-twarzy>

System wizyjny użyty w projekcie



ESP32-CAM - płyta z modułem ESP32 i kamerą OV2640

ID: 575264

32,30 zł Brutto

26,26 zł Netto

Płyta z modułem WiFi z układem ESP32 oraz kamerą OV2640. Moduł charakteryzuje się niewielkimi rozmiarami i niewielkim prądem w trybie uśpienia. ESP-32CAM może być szeroko stosowany w różnych aplikacjach IoT. ESP32-CAM

24h
Dostępny

Dostępna ilość: 45

1

DODAJ DO KOSZYKA

♡

✕

- Moduł SoC Wi-Fi ESP32 (802.11b/g/n oraz Bluetooth 4.2 (BR/EDR i BLE))
- 32-bitowego procesor 160 MHz o mocy obliczeniowej do 600 DMIPS

- Wbudowana pamięć SRAM 520 KB, zewnętrzna pamięć 4 MB PSRAM
- Interfejsy UART/SPI/I2C/PWM/ADC/DAC
- Kamera OV2640 (rozdzielczość 2 MPx)
- Możliwość podłączenia kamery OV2640 lub OV7670
- Wsparcie przesyłania obrazu WiFi
- Obsługa karty microSD
- Obsługa trybów uśpienia
- Wbudowane Lwip i FreeRTOS
- Obsługuje tryb działania STA/AP/STA+AP
- Obsługa technologii Smart Config/AirKiss
- Wsparcie dla lokalnych i zdalnych aktualizacji oprogramowania sprzętowego portu szeregowego (FOTA)
- Dioda LED (do doświetlania sceny)
- Napięcie zasilania: 5 V
- Temperatura pracy od -20 °C do 85 °C
- Wymiary: 40,5 x 27 x 4,5 mm
- Waga: 20 g

ESP32-CAM to płytka z modułem moduł WiFi opartym na układzie ESP32 oraz kamerą OV2640. Kamera posiada rozdzielczość 2 MPx. Moduł charakteryzuje się niewielkimi rozmiarami i niewielkim prądem w trybie uśpienia. ESP-32CAM może być szeroko stosowany w różnych aplikacjach IoT. Jest odpowiedni do inteligentnych urządzeń domowych, bezprzewodowego sterowania przemysłowego, monitorowania bezprzewodowego, identyfikacji bezprzewodowej QR i innych aplikacji IoT.

ESP-EYE



Specyfikacja ESP-EYE

Mikrokontroler: seria ESP32

- Napięcie zasilania: 5 V
- Napięcie robocze: 3,3 V
- Prąd operacyjny: 0,5 A
- Zasilanie / debugowanie: microUSB
- Port: SPI
- Pamięć Flash: 4 MB
- Pamięć PSRAM: 8 MB
- Framework: ESP-WHO AI
- Oprogramowanie: SD-ESP-IDF
- Aparat: 2 MPx
- Funkcja aparatu: wykrywanie i rozpoznawanie twarzy
- Górny przycisk: dotykowy przycisk resetowania
- Mikrofon: cyfrowy mikrofon do sterowania głosowego
- Całkowity prąd wyjściowy: 1200 mA
- Temperatura pracy: od -40°C do 125°C
- Wymiary: 41 x 21 x 6,5 mm

Możliwość jest także wykorzystania innych kamer



OV5640 21MM moduł kamery dla ESP32-CAM moduł kamery 5 milionów pikseli 66 120 160 stopni 24PIN 0.5MM 2.1CM 5MP nowy

★★★★☆ 4.1 9 Recenzje 81 zamówienia

27,69 zł

Cena z VAT

Więcej informacji na temat cen ⓘ

Color: 68 Degree OV5640



Wnioski

Ze względu na cenę oraz opisane możliwości w projekcie wykorzystany zostanie pojemnościowy skaner linii papilarnych z sklepu kamami:



Na podstawie wymienionych tutaj informacji zdecydowaliśmy się na zaprojektowanie i wykonanie **systemu biometrycznego opartego o rozpoznawanie twarzy oraz odcisku palca**. Motywujemy to tym że system będzie pracował w małym gronie osób a idealnie się do tego nadaje (małe ryzyko złamania zabezpieczeń). Dodatkowo system ten jest szybki pod względem udzielania dostępu oraz przyjazny dla użytkownika. Realizacja go pozwala na dopracowanie i eksperymentację, co nie jest potrzebne w przypadku innych rozwiązań. Wreszcie należy wspomnieć że system ten jest innowacyjny i posiada wiele korzystnych cech. A jako bazą zostanie wykorzystane ESP-32 CAM.



Możliwości realizacji celów urządzenia

- Skanowanie twarzy
 - <https://www.youtube.com/watch?v=JwMuvFVMsM>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=Dvx21th-k-Q>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=VOmfJ4x-Fg>
- Skanowanie linii papilarnych
 - Czujnik pojemnościowy <https://kamami.pl/czytniki-linii-papilarnych/581469-capacitive-fingerprint-sensorscanner-skaner-linii-papilarnych-sen-0348.html>, z

możliwością łatwej aplikacji

https://wiki.dfrobot.com/Capacitive_Fingerprint_Sensor_SKU_SEN0348

- Czujnik optyczny <https://botland.com.pl/czytniki-linii-papilarnych/5060-czytnik-linii-papilarnych-z70-czujnik-odciskow-palcow-5903351241434.html> z możliwością aplikacji <https://randomnerdtutorials.com/fingerprint-sensor-module-with-arduino/>

Literatura

<https://www.youtube.com/watch?v=pDdYb9S6Nc&t=624s>, z dnia 19.03.2023

<https://kamami.pl/13092-czytniki-linii-papilarnych>, z dnia 19.03.2023