

HandSync

Kamera ile Robot El Kontrolü

Elinizi hareket ettirin — robot el taklit etsin.



Sorun

Robot el sistemleri neden hâlâ erişilemez?

Çok Pahalı

Ticari robot el sistemleri binlerce dolar. Araştırma ve eğitim için erişilemez.

Gerçek Zamanlı Değil

Gecikme sorunu insan-robot etkileşimini zorlaştırıyor.

Karmaşık Kurulum

Çoğu sistem özel donanım ve yazılım uzmanlığı gerektiriyor.

İzleme Yok

Sistem durumunu uzaktan izleyecek arayüz bulunmuyor.

Çözüm: MirrorHand

Düşük maliyetli, gerçek zamanlı, tamamen açık kaynak.

Sadece Webcam

Özel kıyafet gerekmez. Standart laptop kamerası yeterli.

33ms Gecikme

El ile robot tepkisi arasındaki fark algılanamaz.

Kayıt & Oynatma

Hareketi kaydet, robot otonom olarak tekrar etsin.

Mobil Dashboard

Telefon ve tableten gerçek zamanlı izleme.

Kalibrasyon

Her kullanıcı kendi anatomisine göre kalibre eder.

Düşük Maliyet

Tüm bileşenler piyasadan temin edilebilir.

Nasıl Çalışır?



Tüm veriler WebSocket üzerinden tarayıcı dashboard'una ve mobil cihazlara anlık iletilir.

Teknik Performans

30

FPS

Gerçek Zamanlı
Takip Hızı

33

ms

Kamera'dan
Servoya Gecikme

%0

Seri İletişimde
Paket Kaybı

4

parmak

Bağımsız Kontrol
Edilen Servo

EMA Yumuşatma $\alpha=0.15$

Kalibrasyon: O/C tuşu

Kayıt: Max 15 sn

Mobil Dashboard

Donanım

ESP32

Mikrodenetleyici

240MHz, Wi-Fi + BT
115200 baud serial

PCA9685

PWM Sürücü

16 kanal, 12-bit
I2C (GPIO 21/22)

4x MG90S

Servo Motor

0-180° aralık
6V güç beslemesi

LM2596

Buck Konvertör

2S Li-ion → 6V
Servo güç hattı

3D Baskı El

Mekanik Yapı

4 parmak, misina
tabanlı aktarım

Webcam

Görüntü Kaynağı

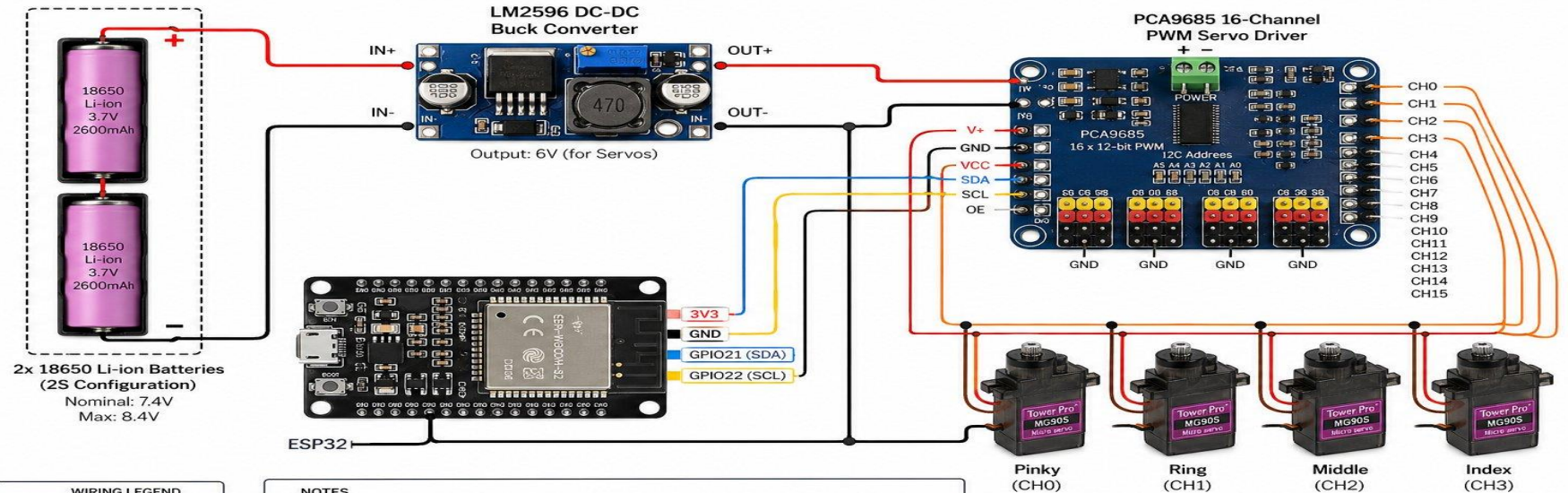
1280x720, 30FPS
Standart USB

Bağlantı Şeması

ESP32 + PCA9685 Servo Control System

ESP32 + PCA9685 Servo Control System

2S Li-ion Battery Power with 6V Servo Supply

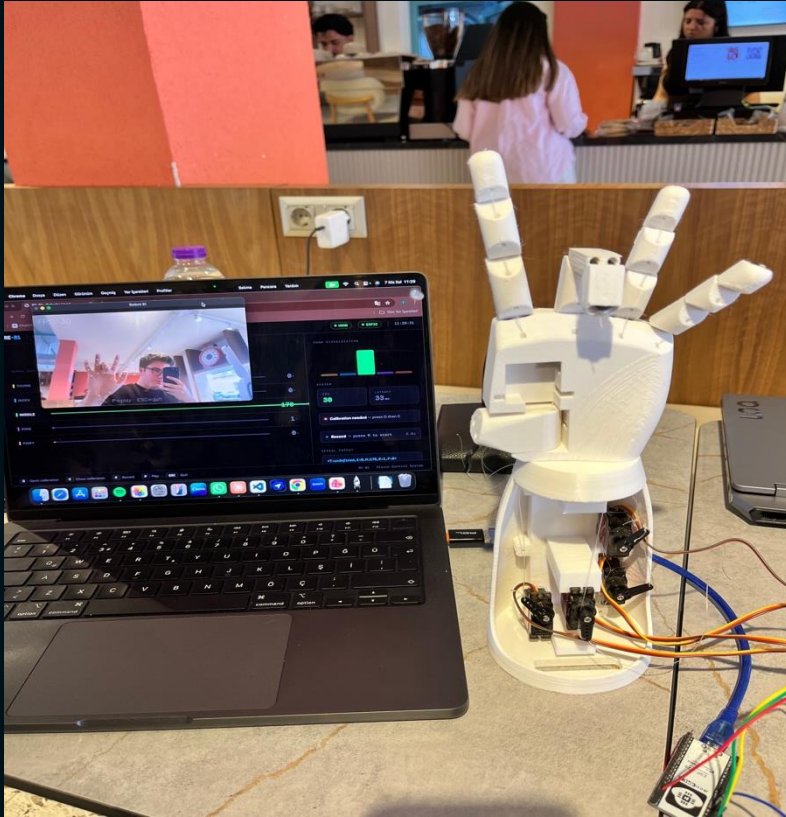


WIRING LEGEND	
Red	= Power (+)
Black	= Ground (GND)
Blue	= I2C SDA
Yellow	= I2C SCL
Orange	= Servo Signal
Brown	= Servo GND

- NOTES**
- Battery provides power through LM2596 buck converter to supply 6V for servos via PCA9685 V+
 - ESP32 is powered via USB (5V)
 - All grounds are common and must be connected together
 - PCA9685 VCC (3.3V) is powered from ESP32 3.3V pin
 - Ensure LM2596 output is set to 6.0V for proper servo operation

Çalışan Sistem

Gerçek ortamda demo — HandSync çalışıyor.



30 FPS

Takip Hızı

~33ms

Gecikme

%0

Paket Kaybı

4

Servo Motor

Kullanım Alanları



Protez Araştırması

Düşük maliyetli platform ile protez el hareket algoritmalarını test et.



Otomasyon Demo

Kayıt & oynatma ile jest tabanlı otomasyon gösterimi.



STEM Eğitimi

Robotik, computer vision ve gömülü sistemleri bir arada öğret.



İnsan-Robot Etkileşimi

Oyun, simülasyon ve erişilebilirlik uygulamaları için temel platform.

Elinizi hareket ettirin, robot el taklit etsin.

Gerçek zamanlı • Düşük gecikme • Açık kaynak • Mobil erişim • Kayıt & Oynatma

Tugay Akdemir • tugaykdmr@gmail.com • github.com/tugaykdmr/robot-hand-vision-control

Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulu | Elektronik Haberleşme Teknolojisi | Danışman: Dr. Mustafa Berkant Selek

Kaynakça / References

[1] C. Lugaresi et al., "MediaPipe: A Framework for Perception Pipelines," arXiv preprint arXiv:1906.08172, 2019.

[2] Espressif Systems, "ESP32 Series Datasheet v3.4," Espressif Systems Co. Ltd., Shanghai, China, 2022.

[3] Adafruit Industries, "PCA9685 16-Channel 12-bit PWM/Servo Driver," Adafruit Industries, New York, USA, 2023.

[4] G. Bradski, "The OpenCV Library," Dr. Dobb's Journal of Software Tools, vol. 25, no. 11, pp. 120-125, 2000.

[5] A. Feder et al., "Real-Time Hand Gesture Recognition Using MediaPipe and Machine Learning," IEEE Access, vol. 10, pp. 31511-31524, 2022.

[6] Y. Zhang et al., "Low-Latency Human-Robot Interaction via Computer Vision and Embedded Systems," IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 69, no. 4, pp. 3821-3830, 2022.