

Hand Gesture Recognition Using Deep Learning

Corrado Bruschi

**Tesi di laurea triennale in
ingegneria elettronica ed
informatica A.A. 23/24**

Relatore: Prof. Luca Lombardi

Correlatore: Prof. Piercarlo Dondi





Realtà virtuale e interazione uomo-macchina

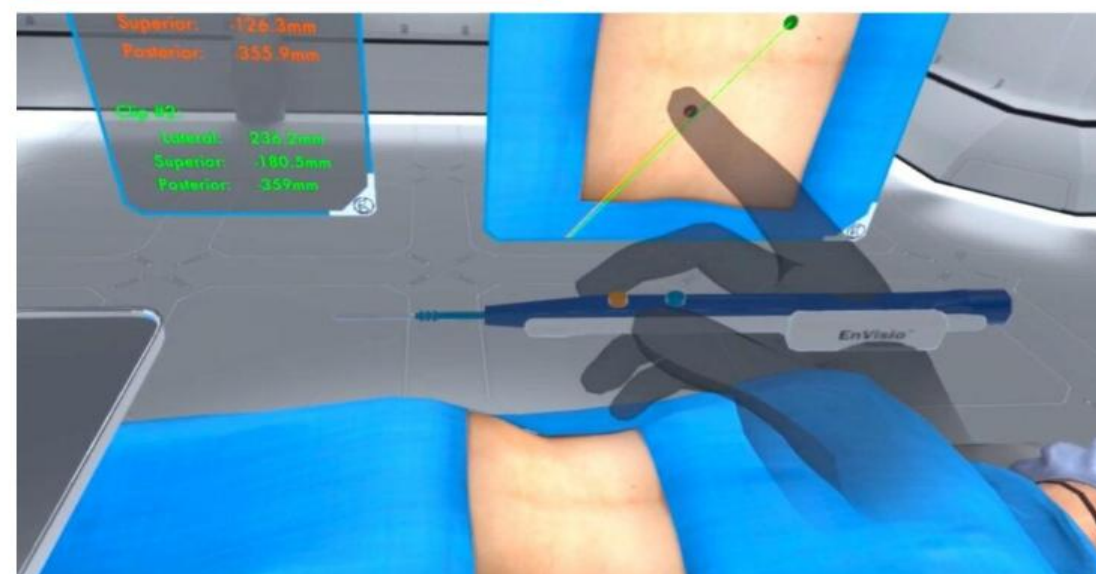


Sanità e chirurgia

Hand-Tracking to Enhance Virtual Reality Surgical Training Simulations

Ghost Medical Animation + VR Surgery
August 30, 2022

[View Table of Contents](#)



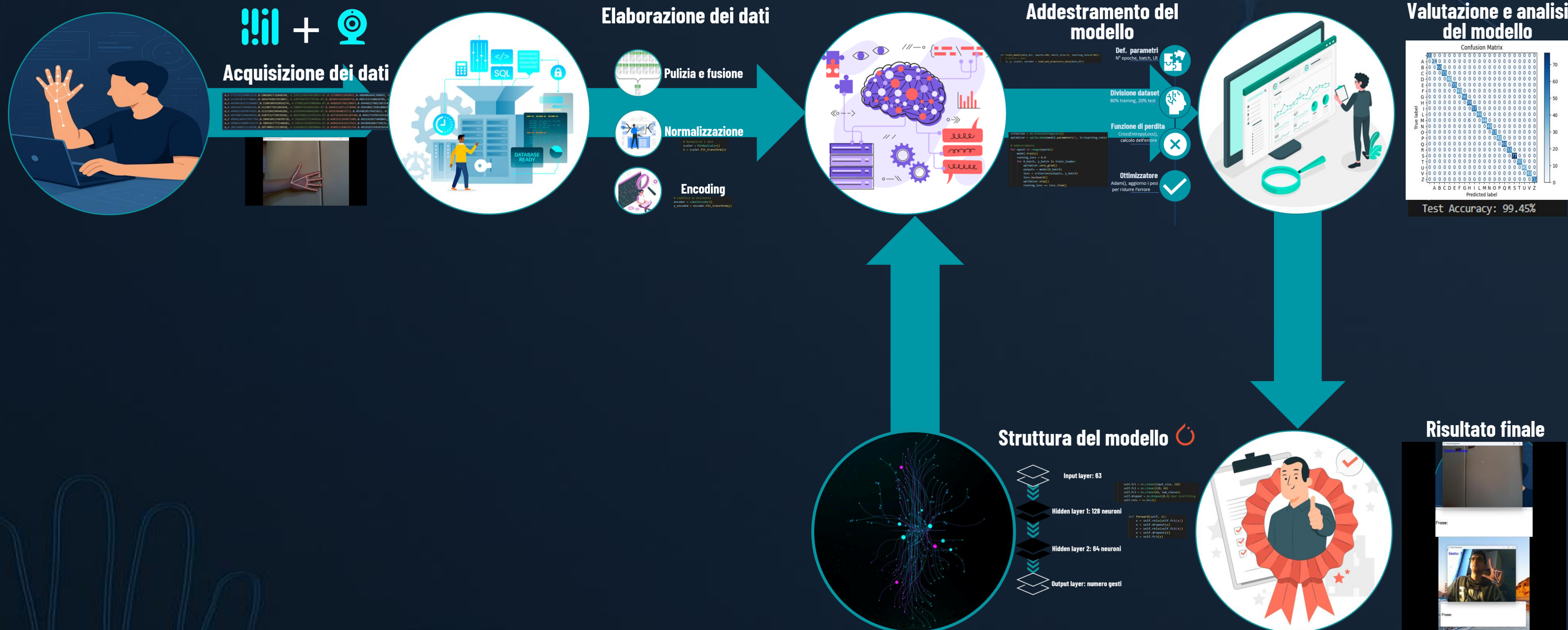
Wraith's Medical VR "hand-tracking" allows users more control without a controller.



Accessibilità per persone con disabilità

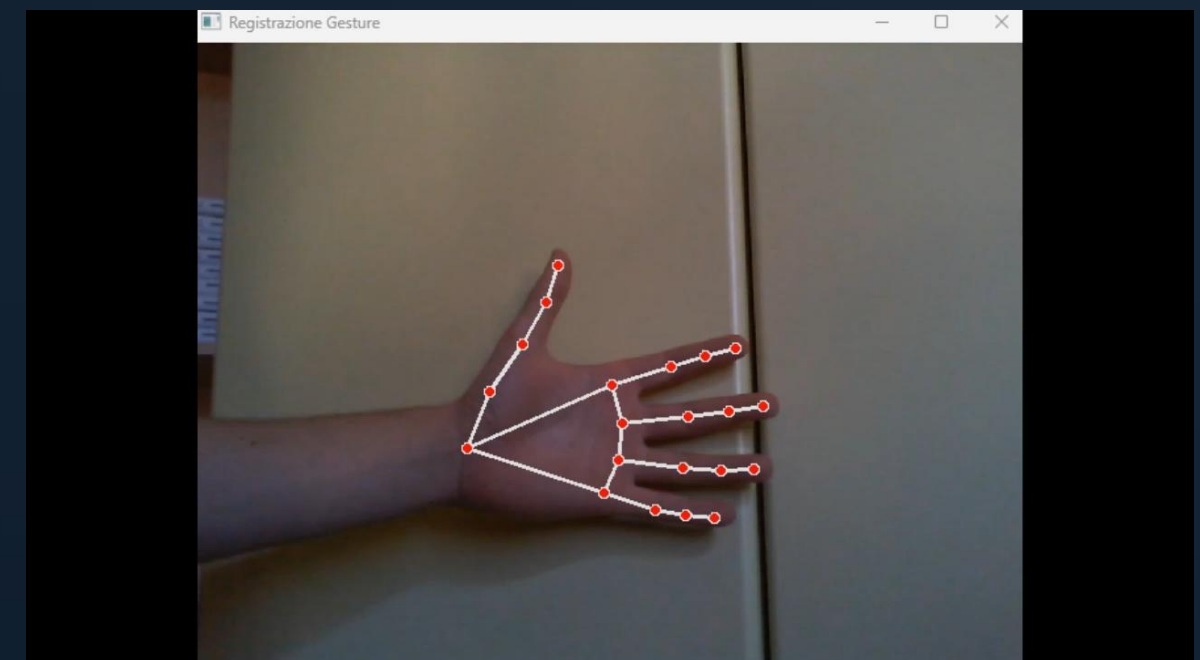


Panoramica del progetto





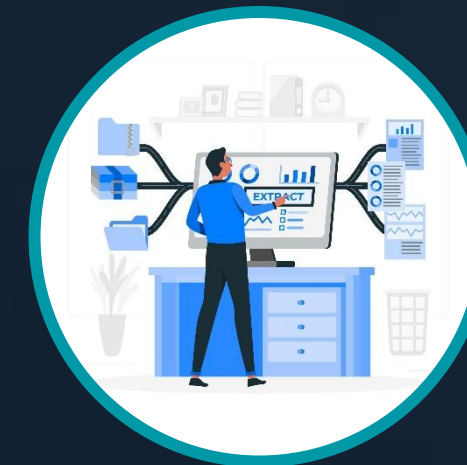
A,0.5727161169052124,0.5001065731048584,-4.2245216036462807e-07,0.527090311050415,0.4809068441390991,-0.6
A,0.5323938727378845,0.5056744813919067,-4.149794676777674e-07,0.4850923418998718,0.4893525540828705,-0.6
A,0.49509182572364807,0.5104509592056274,-4.674012643590686e-07,0.4460185766220093,0.49448227882385254,-0.6
A,0.4952547550201416,0.5119077563285828,-4.580847416946199e-07,0.44645118713378906,0.49418017268180847,-0.6
A,0.4948155879974365,0.5125284194946289,-4.619349454060284e-07,0.44583860039711,0.4934828579425812,-0.6
A,0.4975087344646454,0.5107532739639282,-4.4836588131147437e-07,0.44716569781303406,0.4941759705543518,-0.6
A,0.49841105937957764,0.5094305276870728,-4.561018727144983e-07,0.4481935203075409,0.4921426475048065,-0.6
A,0.49985238909721375,0.5095617771148682,-4.599317264819547e-07,0.4496195614337921,0.4928981065750122,-0.6
A,0.5011440515518188,0.5073009133338928,-4.6103869522085006e-07,0.4504151940345764,0.49191832542419434,-0.6



Elaborazione dei dati



Pulizia e fusione



Normalizzazione

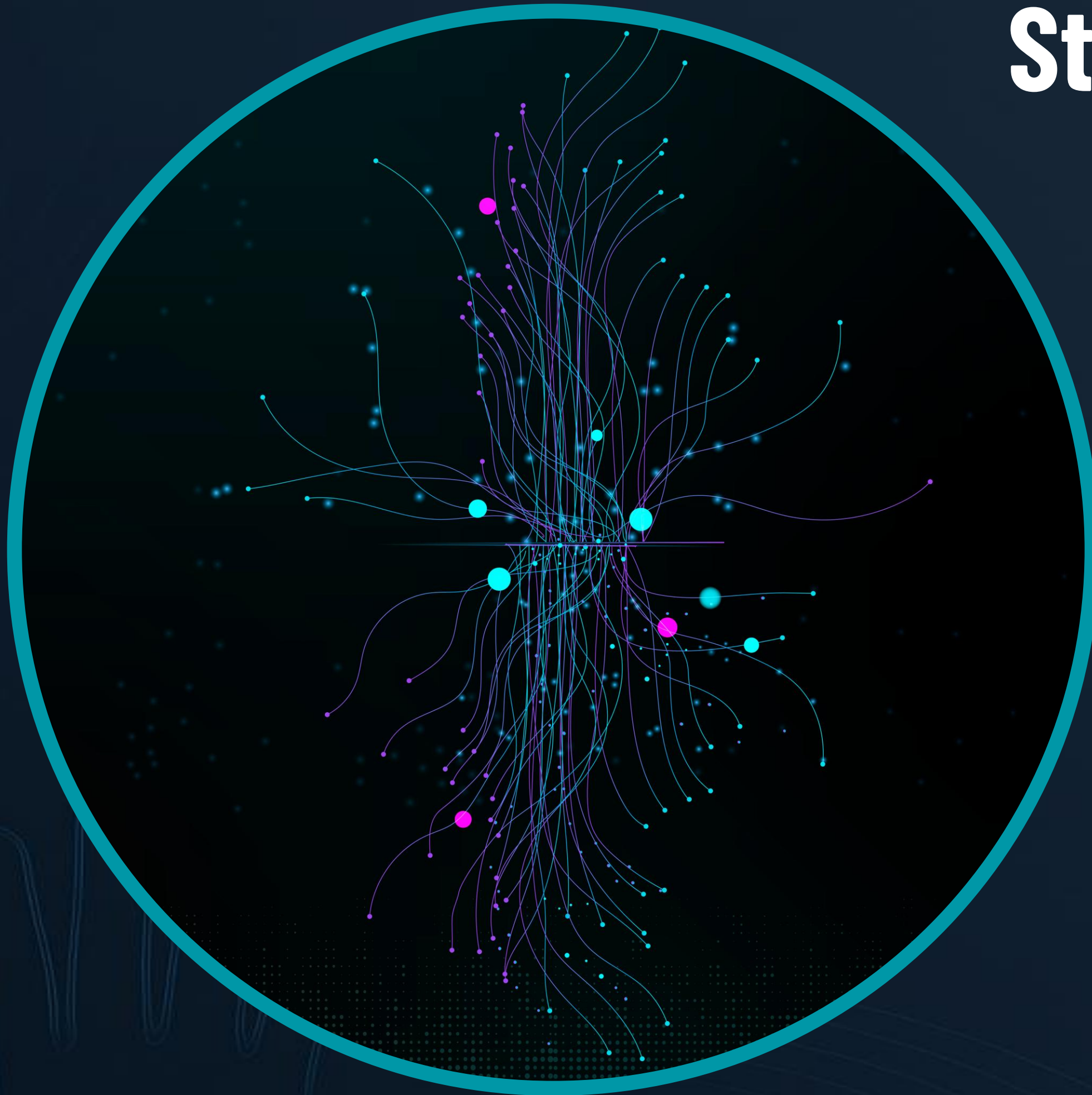
```
# Normalizza i dati  
scaler = MinMaxScaler()  
X = scaler.fit_transform(X)
```



Encoding

```
# Codifica le etichette  
encoder = LabelEncoder()  
y_encoded = encoder.fit_transform(y)
```


Struttura del modello



Input layer: 63

```
self.fc1 = nn.Linear(input_size, 128)
self.fc2 = nn.Linear(128, 64)
self.fc3 = nn.Linear(64, num_classes)
self.dropout = nn.Dropout(0.3) #per overfitting
self.relu = nn.ReLU()
```



Hidden layer 1: 128 neuroni

```
def forward(self, x):
    x = self.relu(self.fc1(x))
    x = self.dropout(x)
    x = self.relu(self.fc2(x))
    x = self.dropout(x)
    x = self.fc3(x)
```



Hidden layer 2: 64 neuroni



Output layer: numero gesti

Addestramento del modello



```
def train_model(data_dir, epochs=100, batch_size=32, learning_rate=0.001):  
    # Carica i dati  
    X, y, scaler, encoder = load_and_preprocess_data(data_dir)
```

Def. parametri

N° epoche, batch, LR



Divisione dataset

80% training, 20% test



Funzione di perdita

CrossEntropyLoss(),
calcolo dell'errore



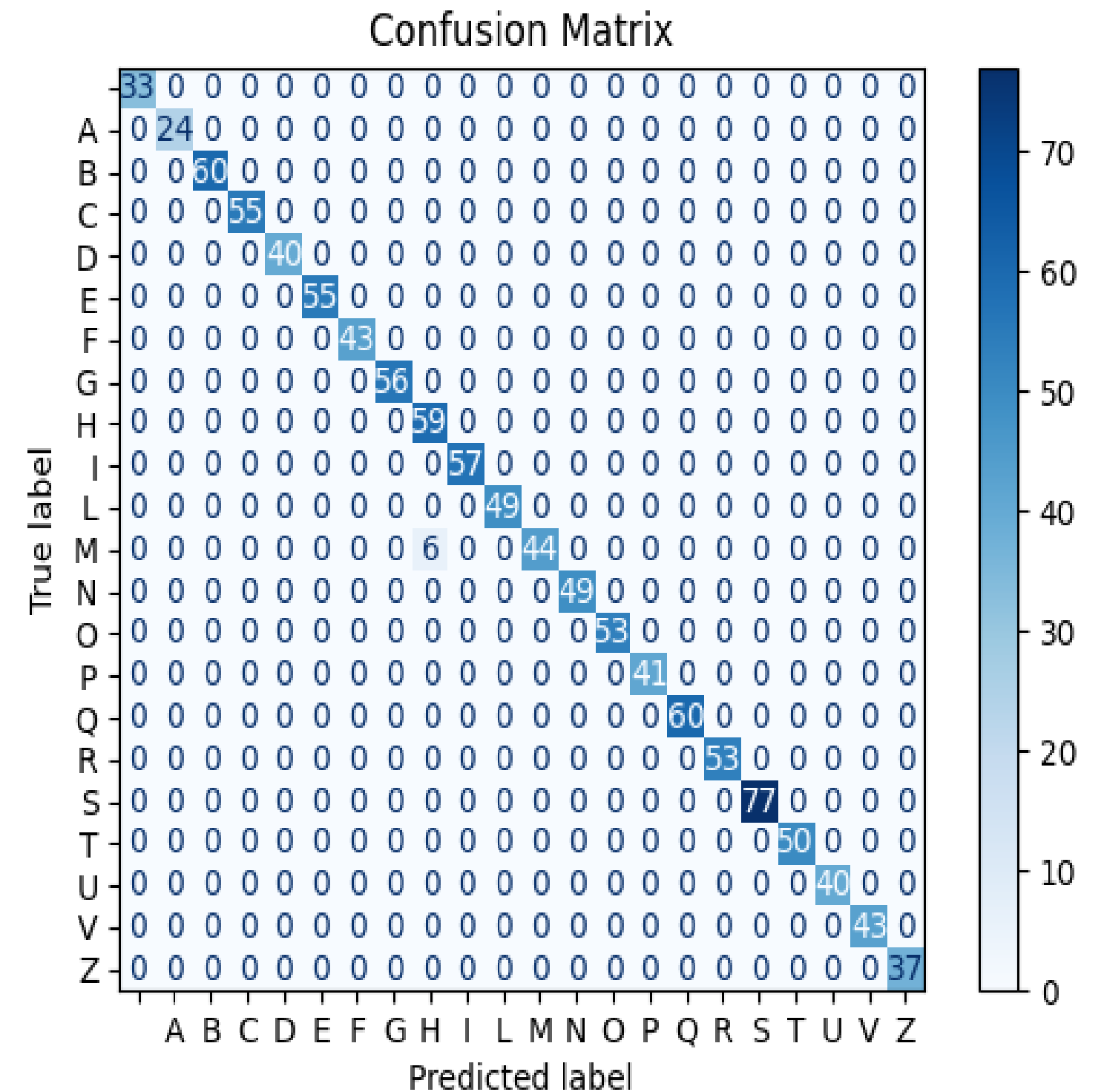
Ottimizzatore

Adam(), aggiorno i pesi
per ridurre l'errore



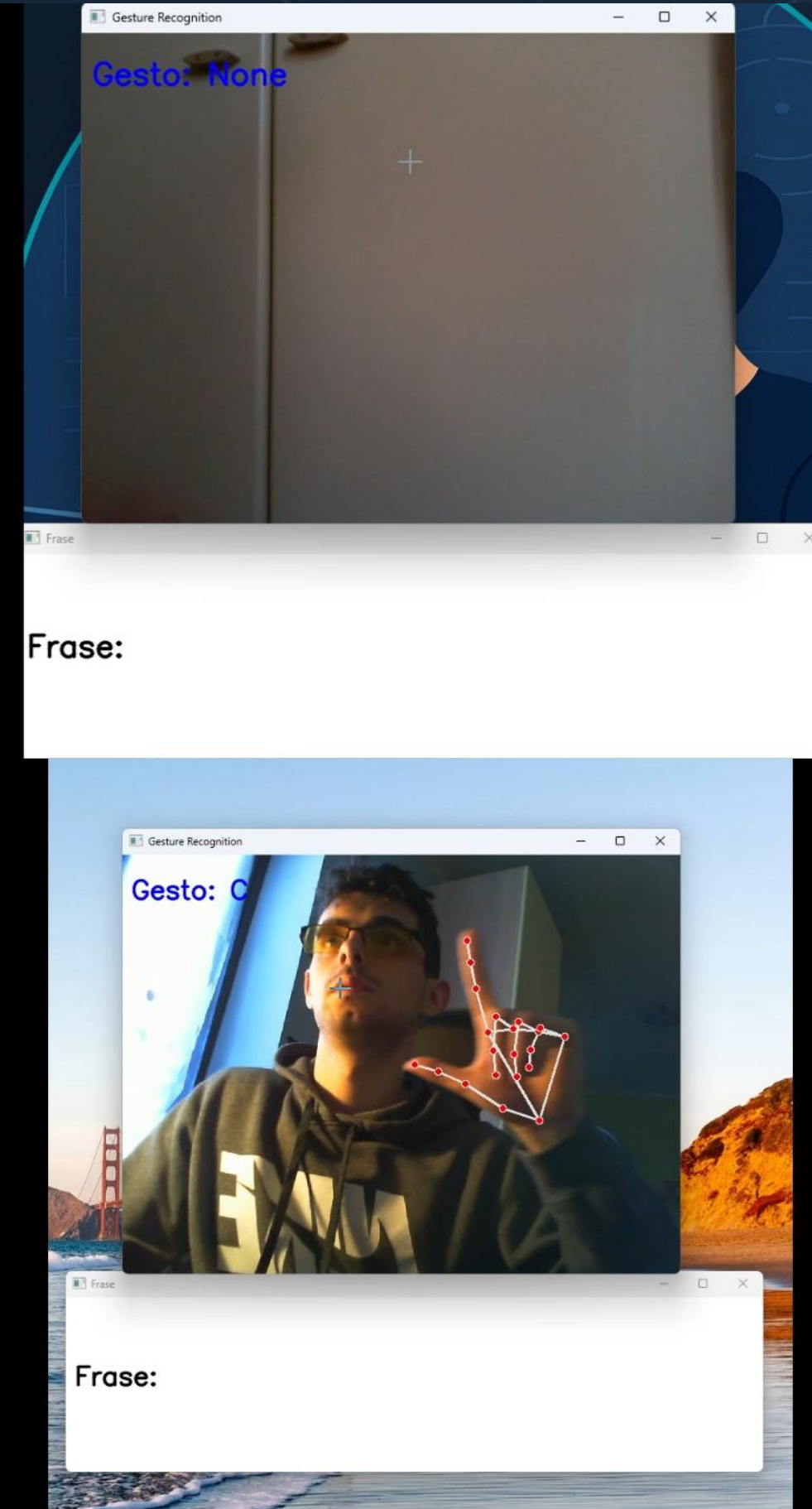
```
criterion = nn.CrossEntropyLoss()  
optimizer = optim.Adam(model.parameters(), lr=learning_rate)  
  
# Addestramento  
for epoch in range(epochs):  
    model.train()  
    running_loss = 0.0  
    for X_batch, y_batch in train_loader:  
        optimizer.zero_grad()  
        outputs = model(X_batch)  
        loss = criterion(outputs, y_batch)  
        loss.backward()  
        optimizer.step()  
        running_loss += loss.item()
```


Valutazione e analisi del modello



Test Accuracy: 99.45%

Risultato finale



PRO

- **Semplicità nell'acquisizione dei dati**
- **Elevata accuratezza**
- **Bassa complessità computazionale**
- **Scalabile con più gesti**

CONTRO

- **Poca variabilità nei dati di test**
- **Dipendenza dalle condizioni di acquisizione**
- **Lettura da una singola mano**

PRO

- **Semplicità nell'acquisizione dei dati**
- **Elevata accuratezza**
- **Bassa complessità computazionale**
- **Scalabile con più gesti**

CONTRO

- **Poca variabilità nei dati di test**
- **Dipendenza dalle condizioni di acquisizione**
- **Lettura da una singola mano**

01

**Considerare
alfabeti
alternativi**



02

**Possibilità
d'uso a distanze
variabili**



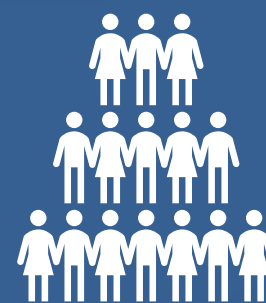
04

**Permettere l'uso
di entrambe
le mani**



03

**Campionare da un
numero maggiore
di soggetti**



**Possibili
sviluppi
futuri**

Grazie a tutti

Ci sono domande?