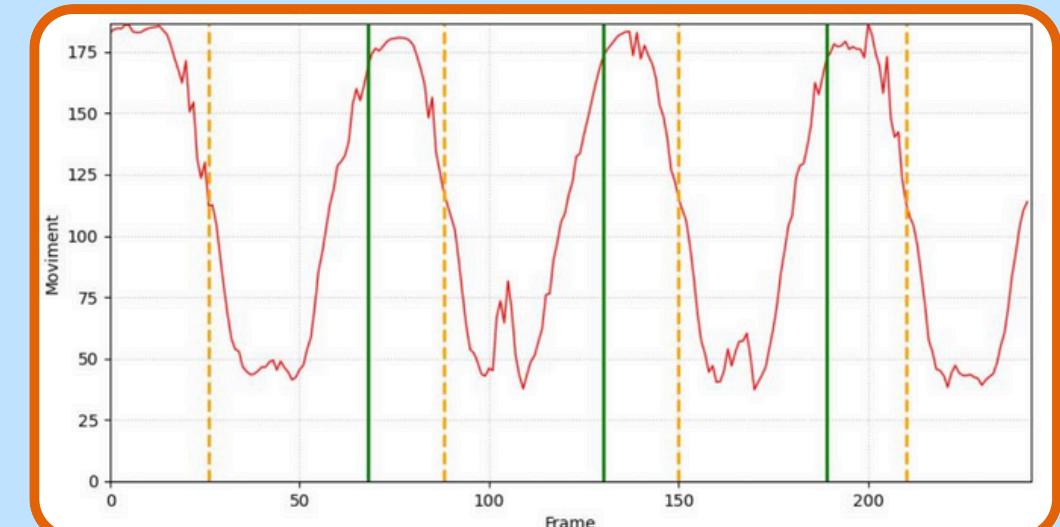
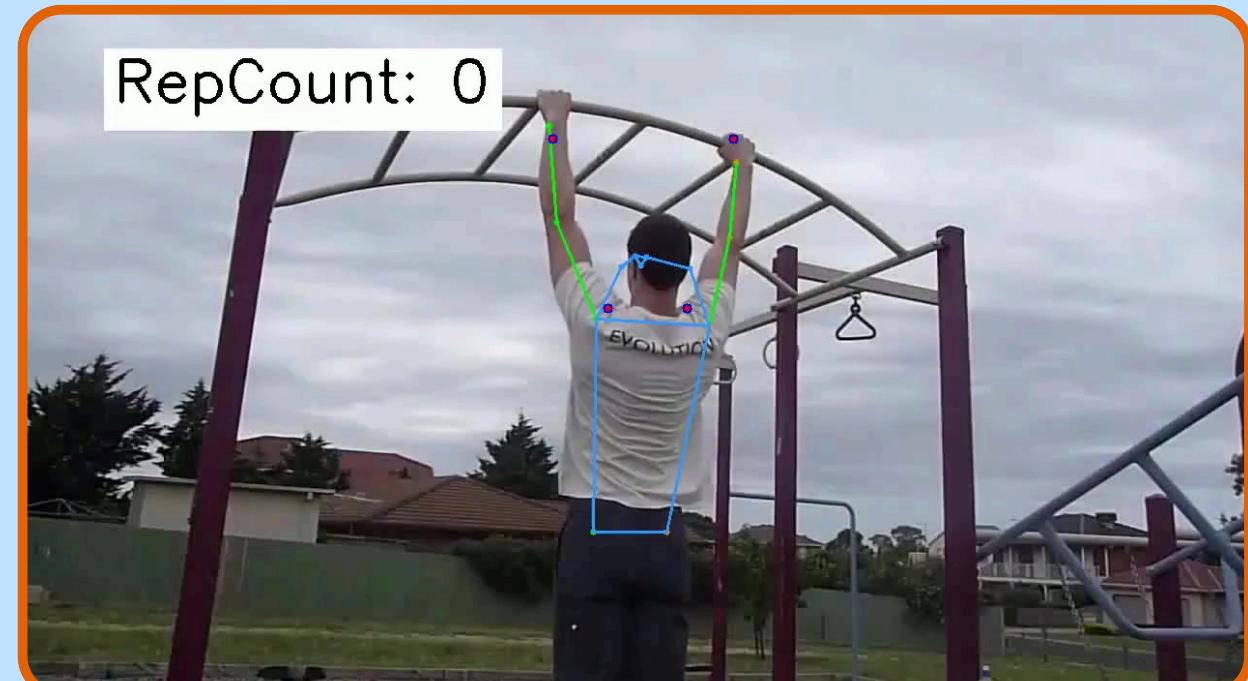


Comptador automàtic de repeticions d'exercicis per Visió per Computador



Joan Lara Formoso
2025/2026

Treball Final de Grau en Enginyeria Informàtica
Menció en Tecnologies de la Informació

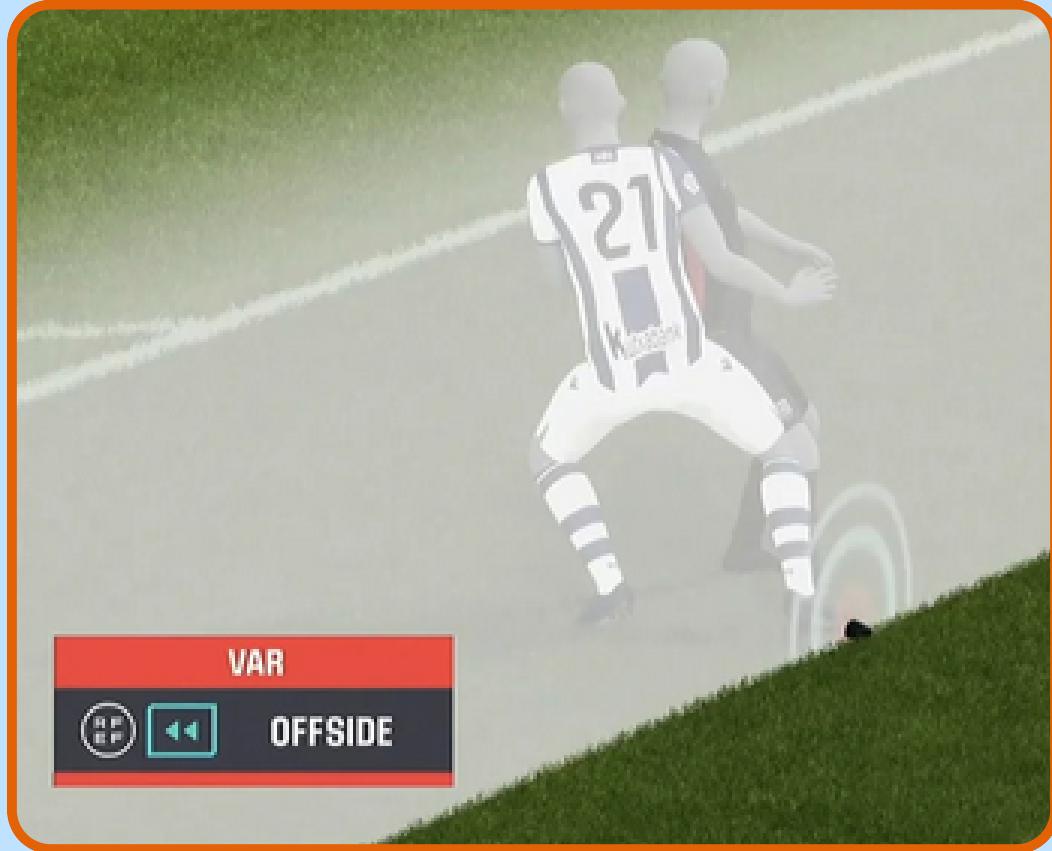


Departament: Enginyeria de la Informació i les Comunicacions
Tutor: Coen Antens

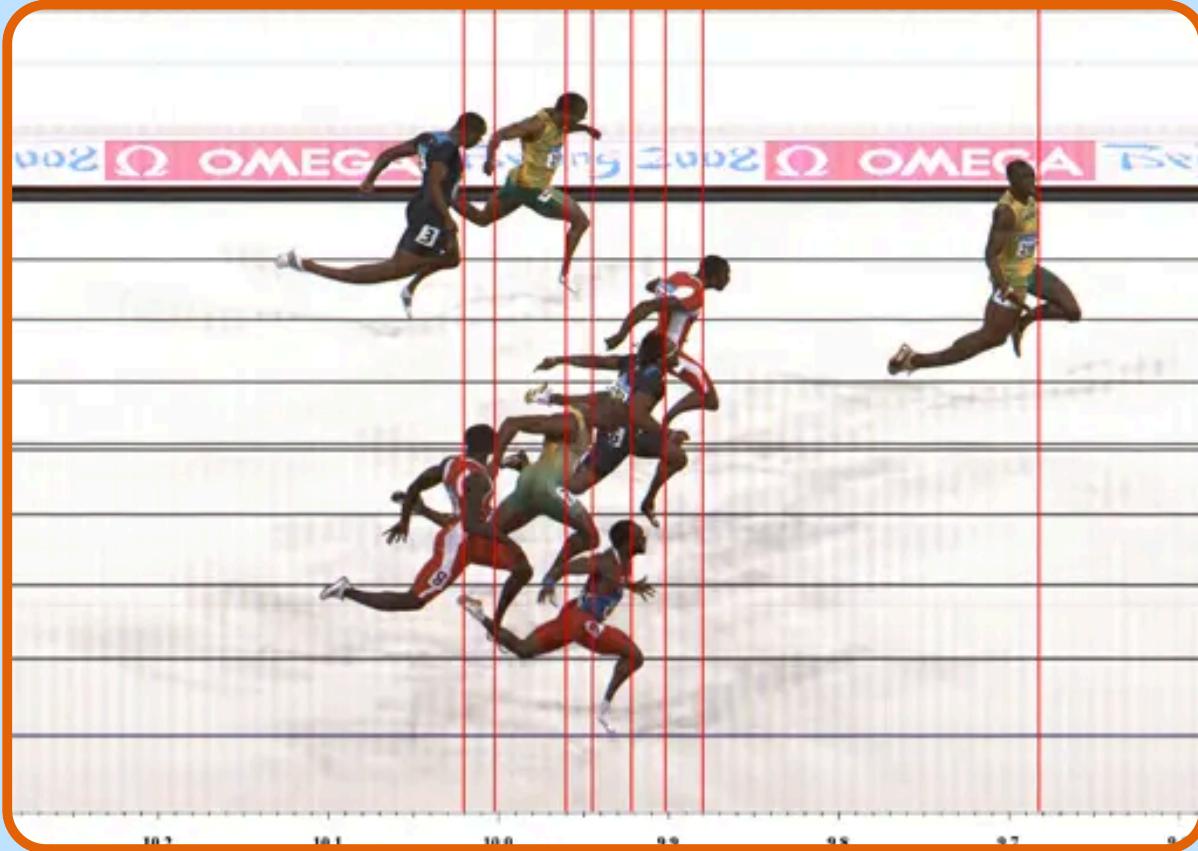
UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

 Escola
d'Enginyeria
UAB

Introducció: Visió per Computador als esports



Futbol:
VAR



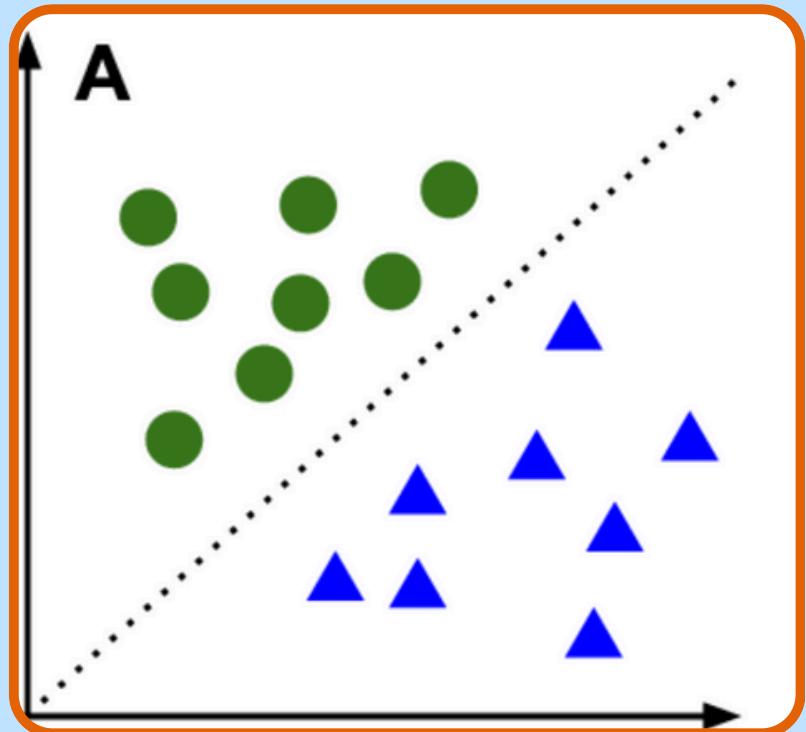
Atletisme:
Photo-finish



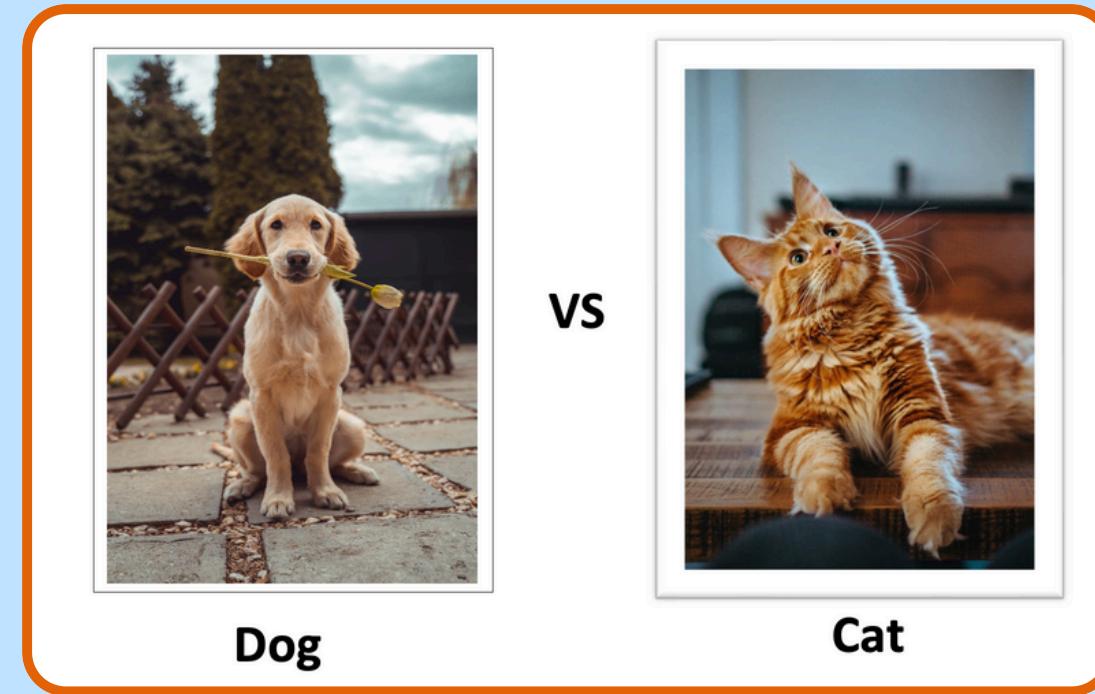
Tennis:
Hawkeye

Mètodes amb cost elevat
Requereixen coneixement tècnic

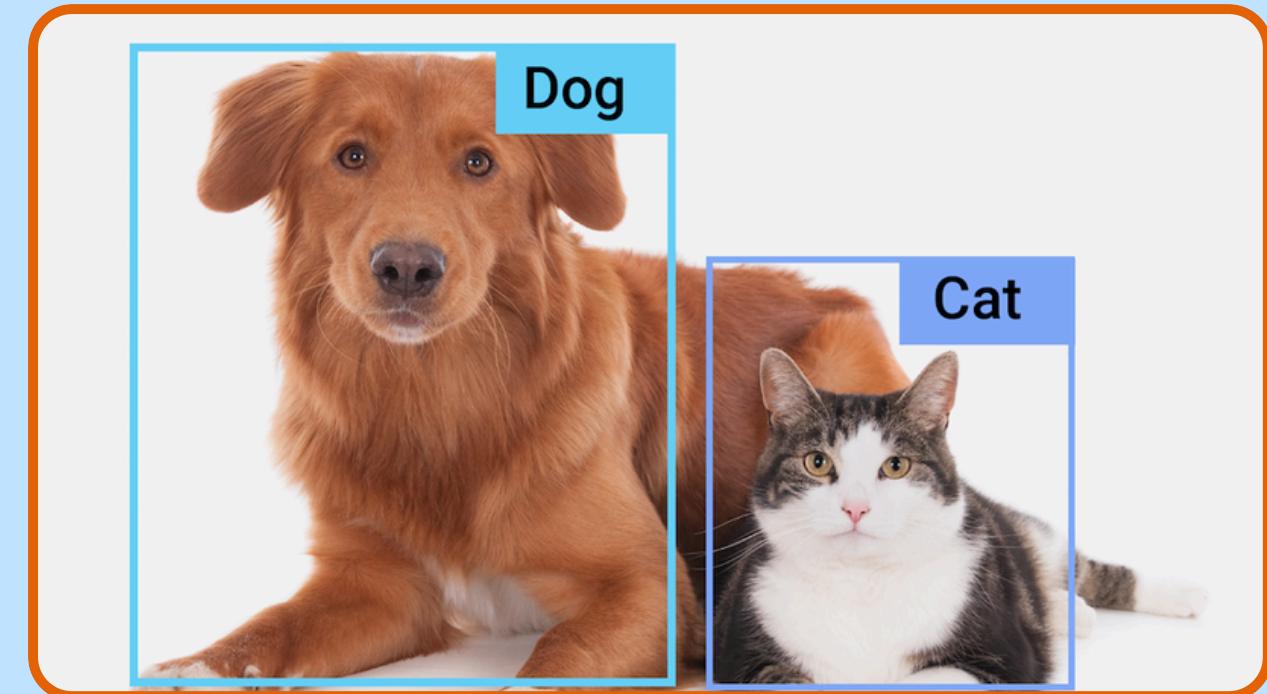
Estat de l'Art: Visió per Computador



Classificador lineal

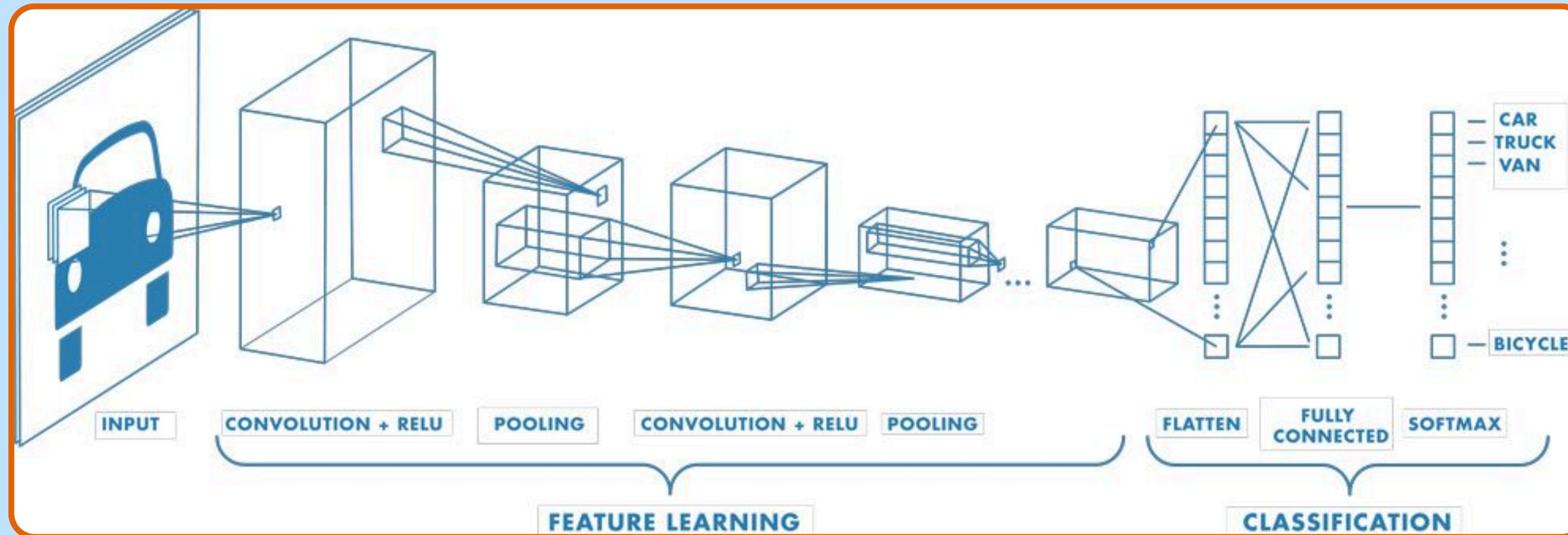


Classificador d'imatges



Detector a nivell
de caixa

Estat de l'Art: Visió per Computador



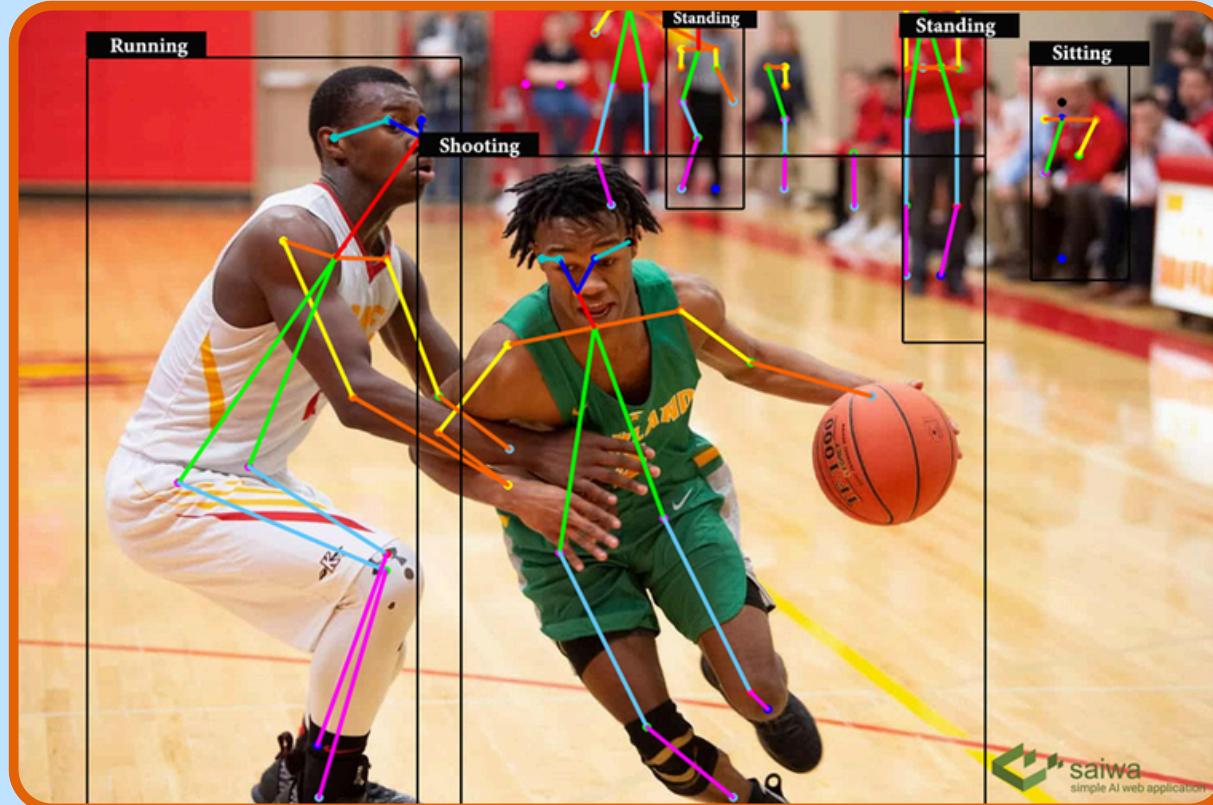
Estructura CNN
(Xarxa neuronal convolucional)

Estat de l'Art: Màscara i estimació de pose

Segmentació de màscara



Estimació de pose

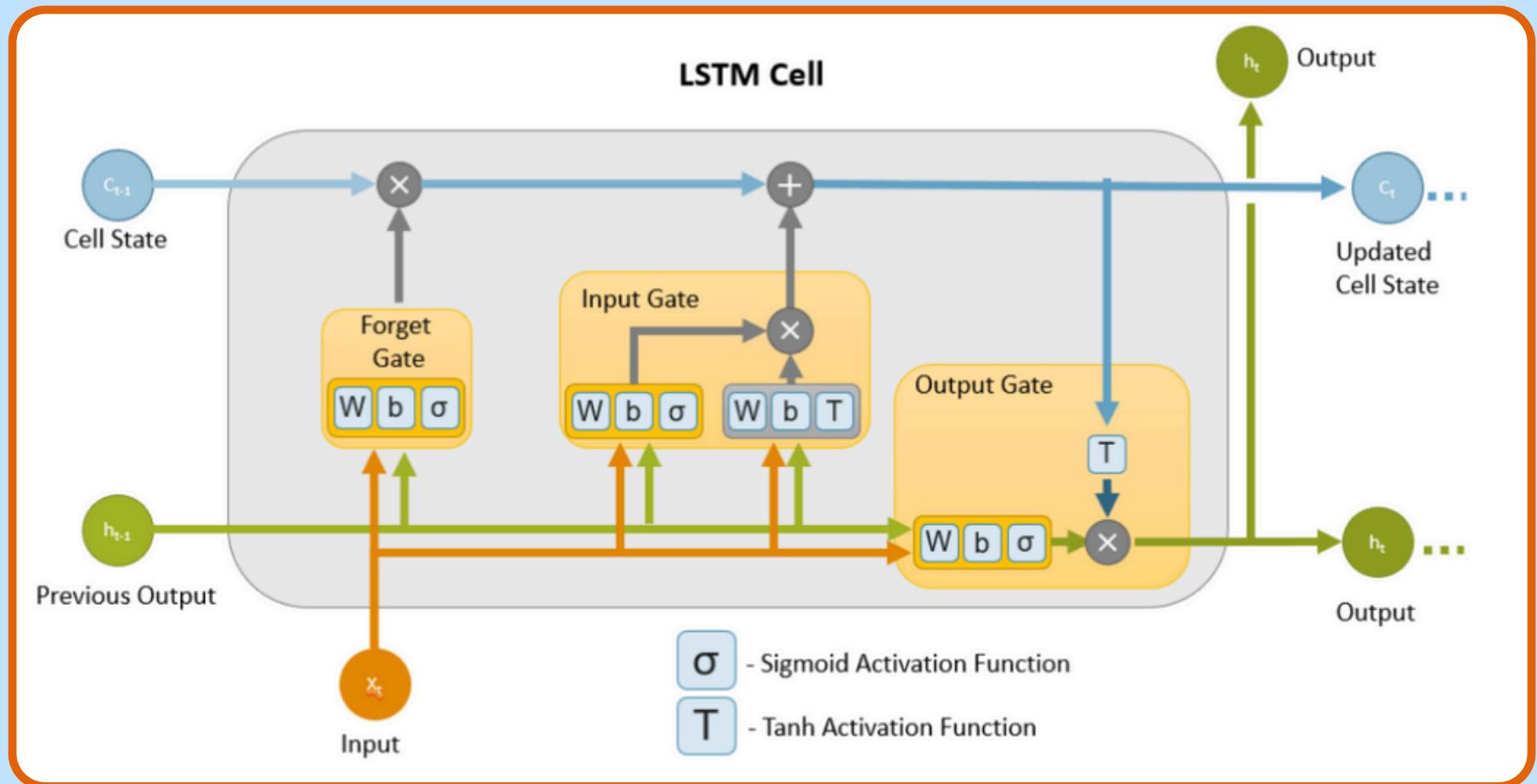
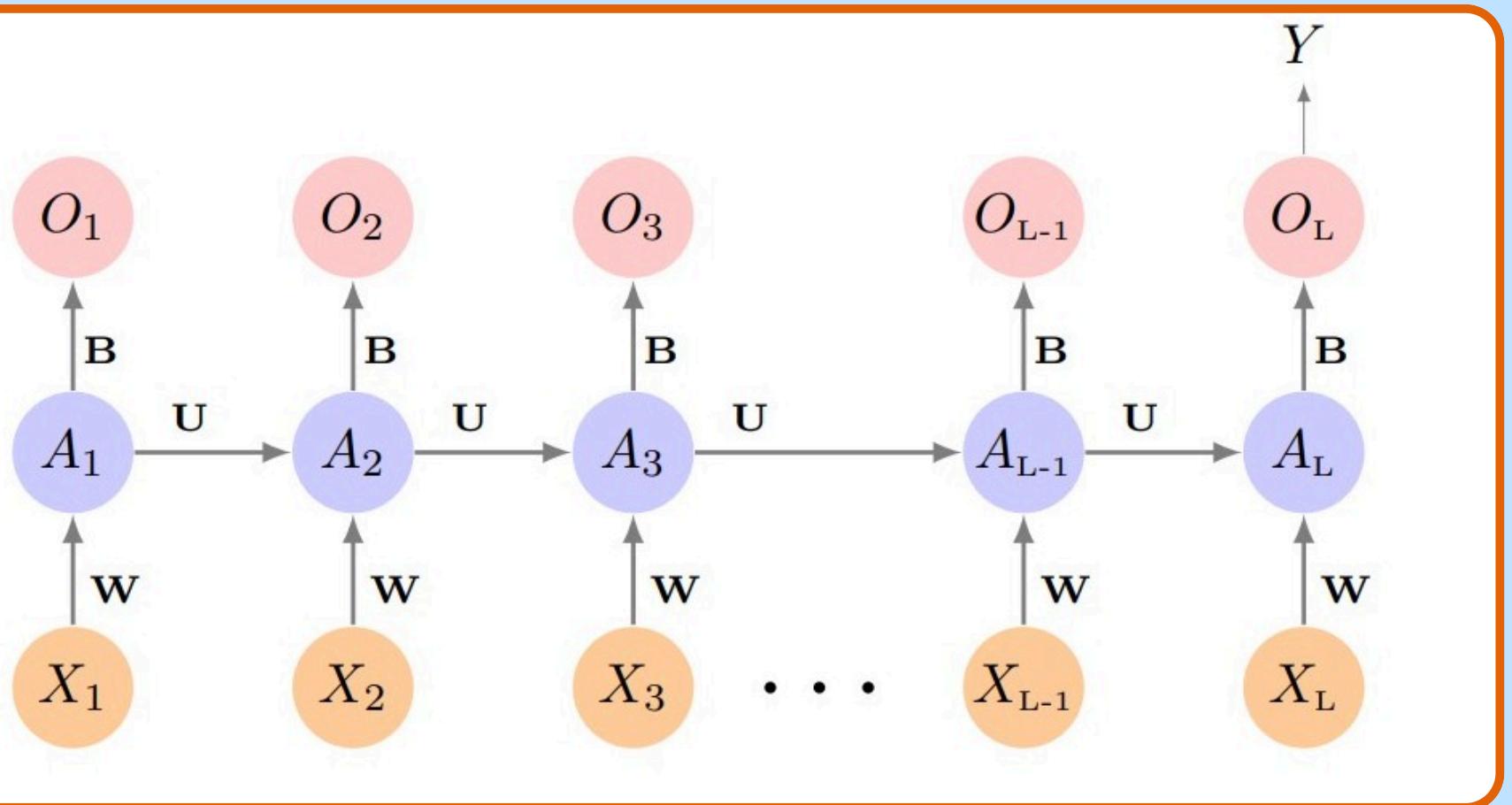


ultralytics
YOLO11

sapiens

ultralytics
YOLO11

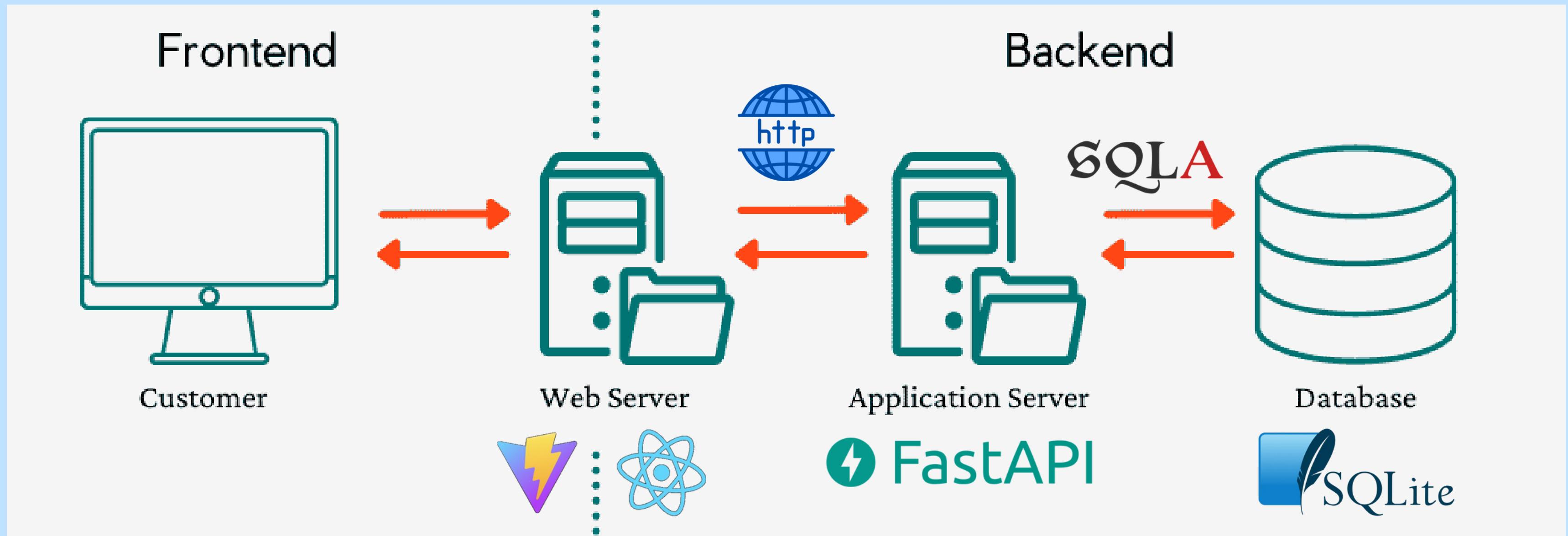
Estat de l'Art: RNN



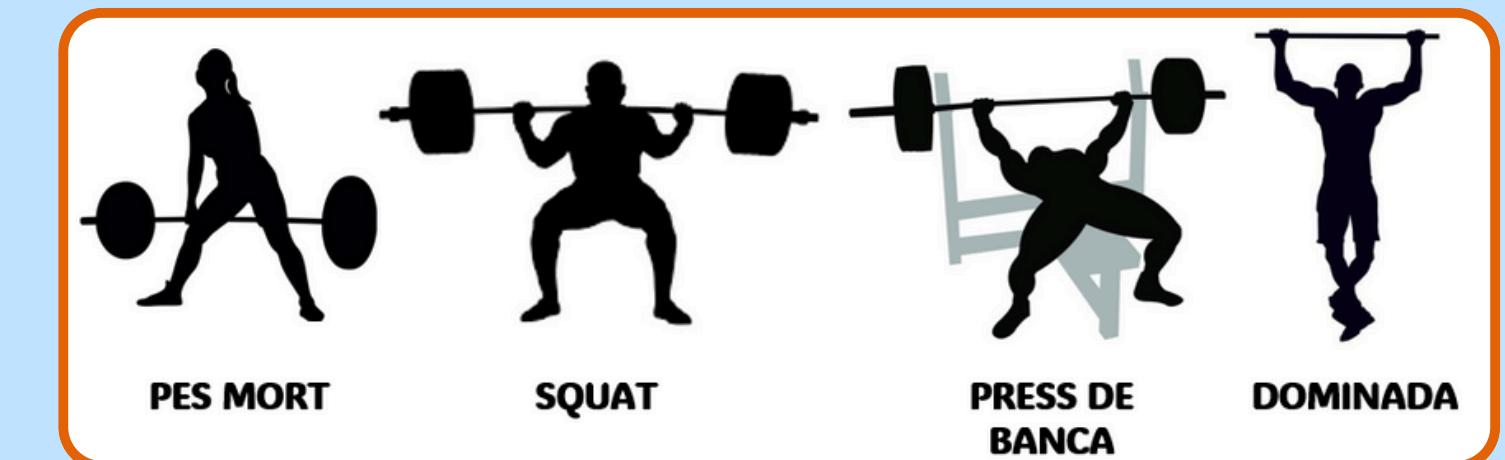
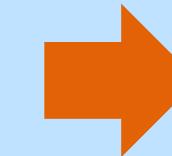
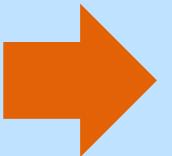
Estructura RNN

LSTM

Estat de l'Art: Entorn web



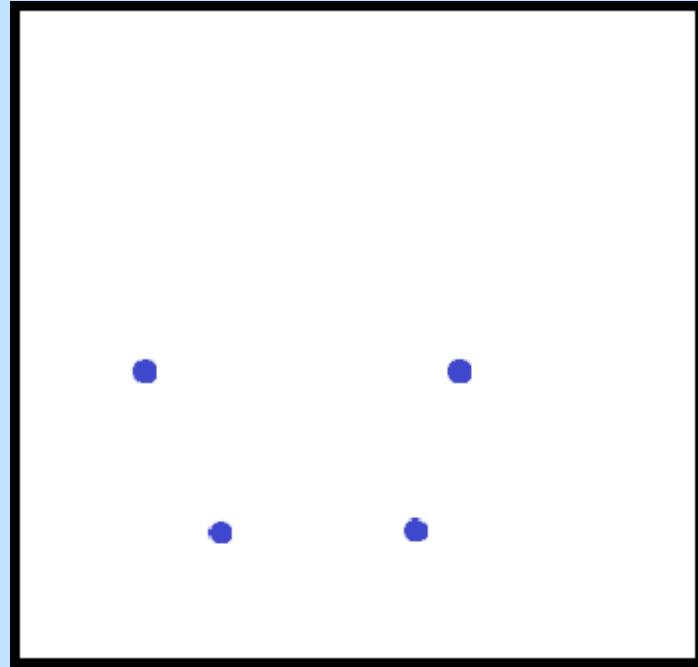
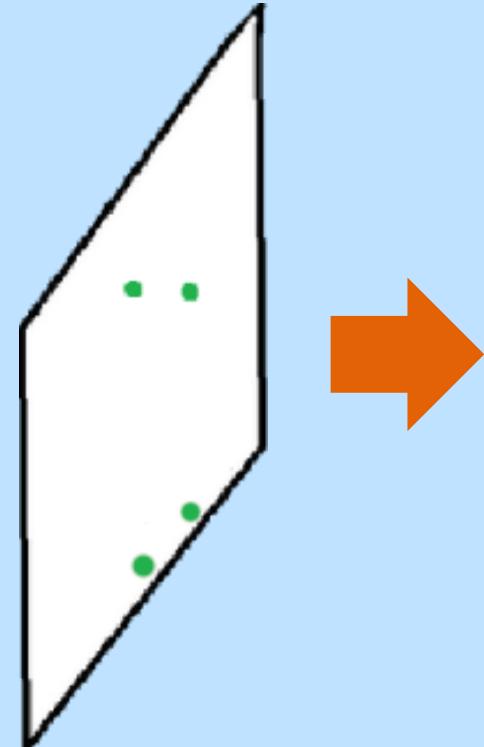
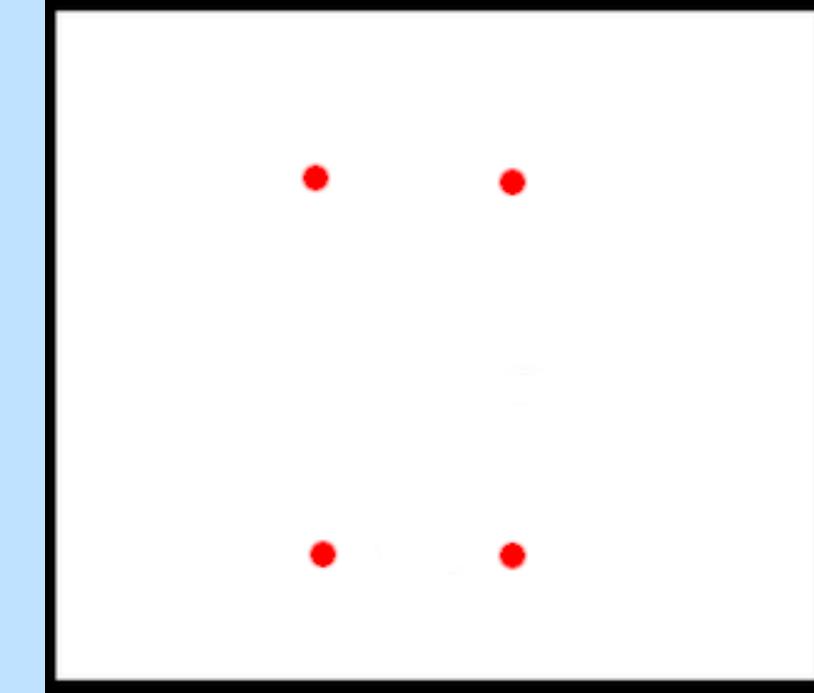
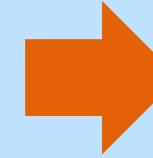
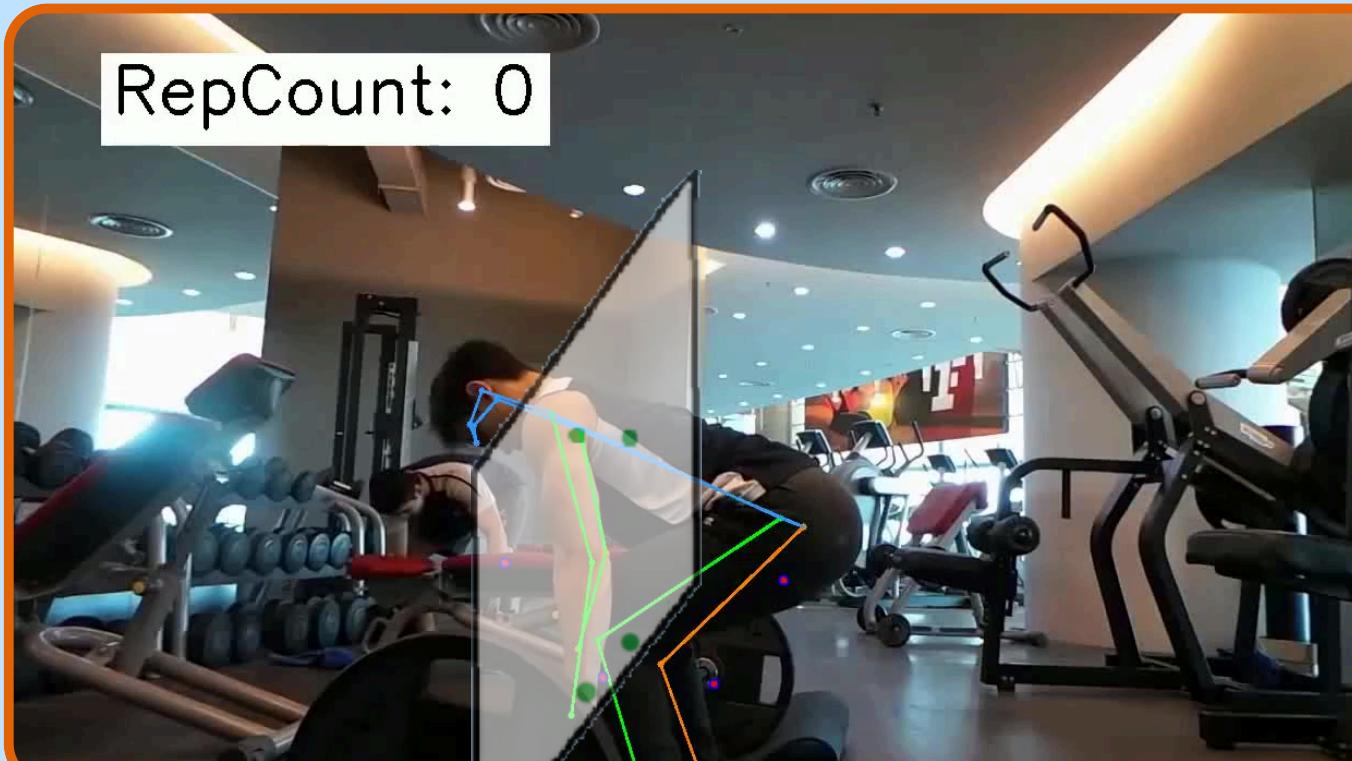
Desenvolupament: Predictor d'exercici



Input Video

Predictió d'exercici

Desenvolupament: Estimació de pose i homografia

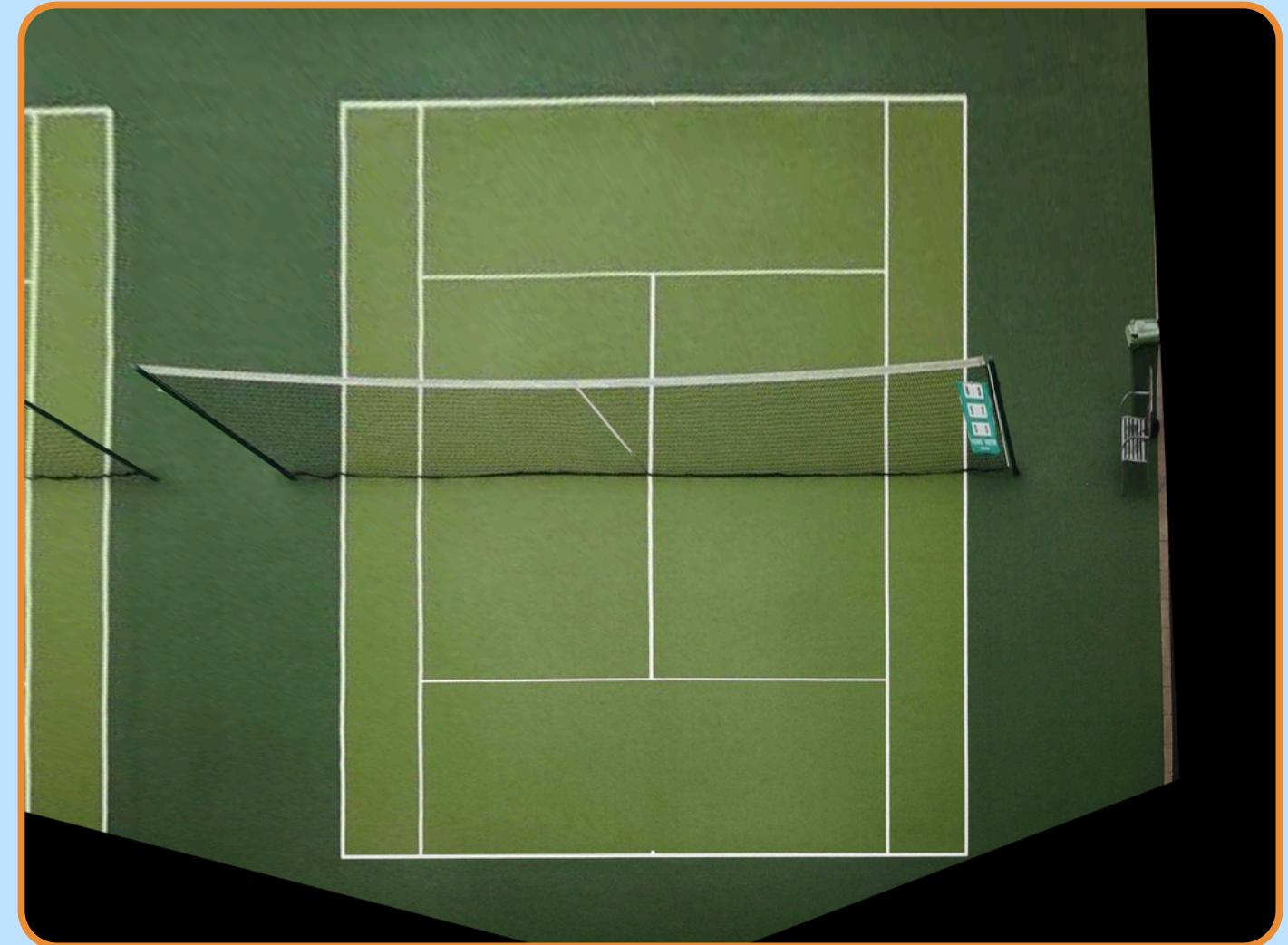
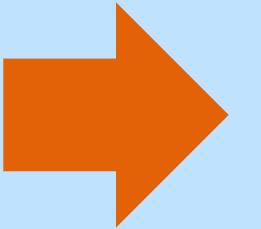


=

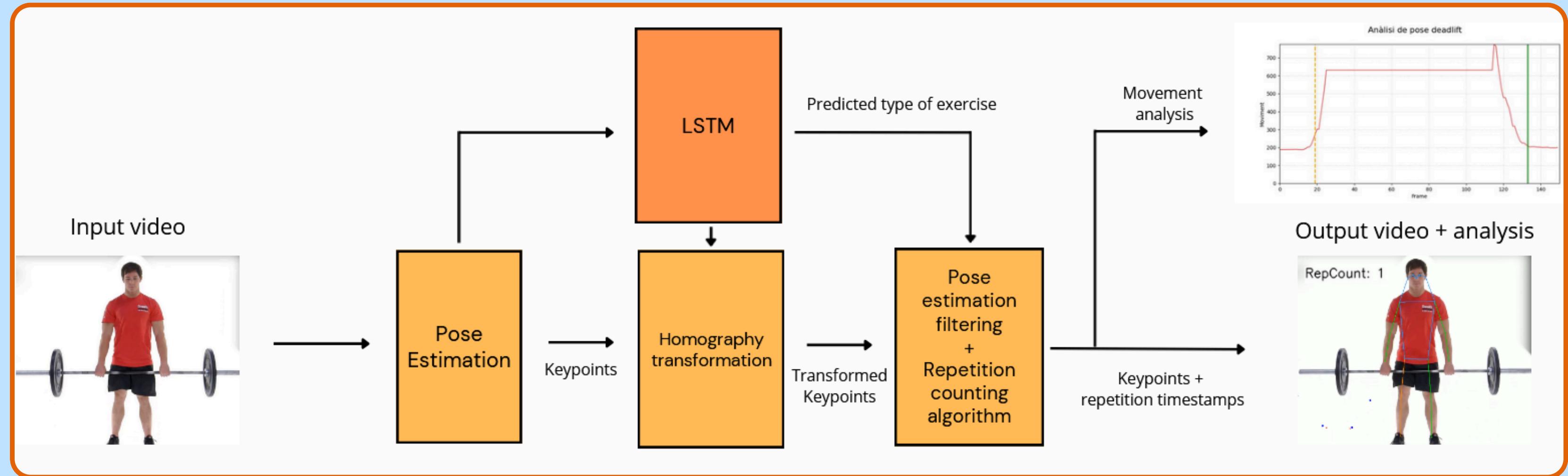
$$\begin{pmatrix} h_0 & h_1 & h_2 \\ h_3 & h_4 & h_5 \\ h_6 & h_7 & h_8 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} \simeq \begin{pmatrix} h_0 & h_1 & h_2 \\ h_3 & h_4 & h_5 \\ h_6 & h_7 & h_8 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

Desenvolupament: Homografia



Desenvolupament: Pipeline complet

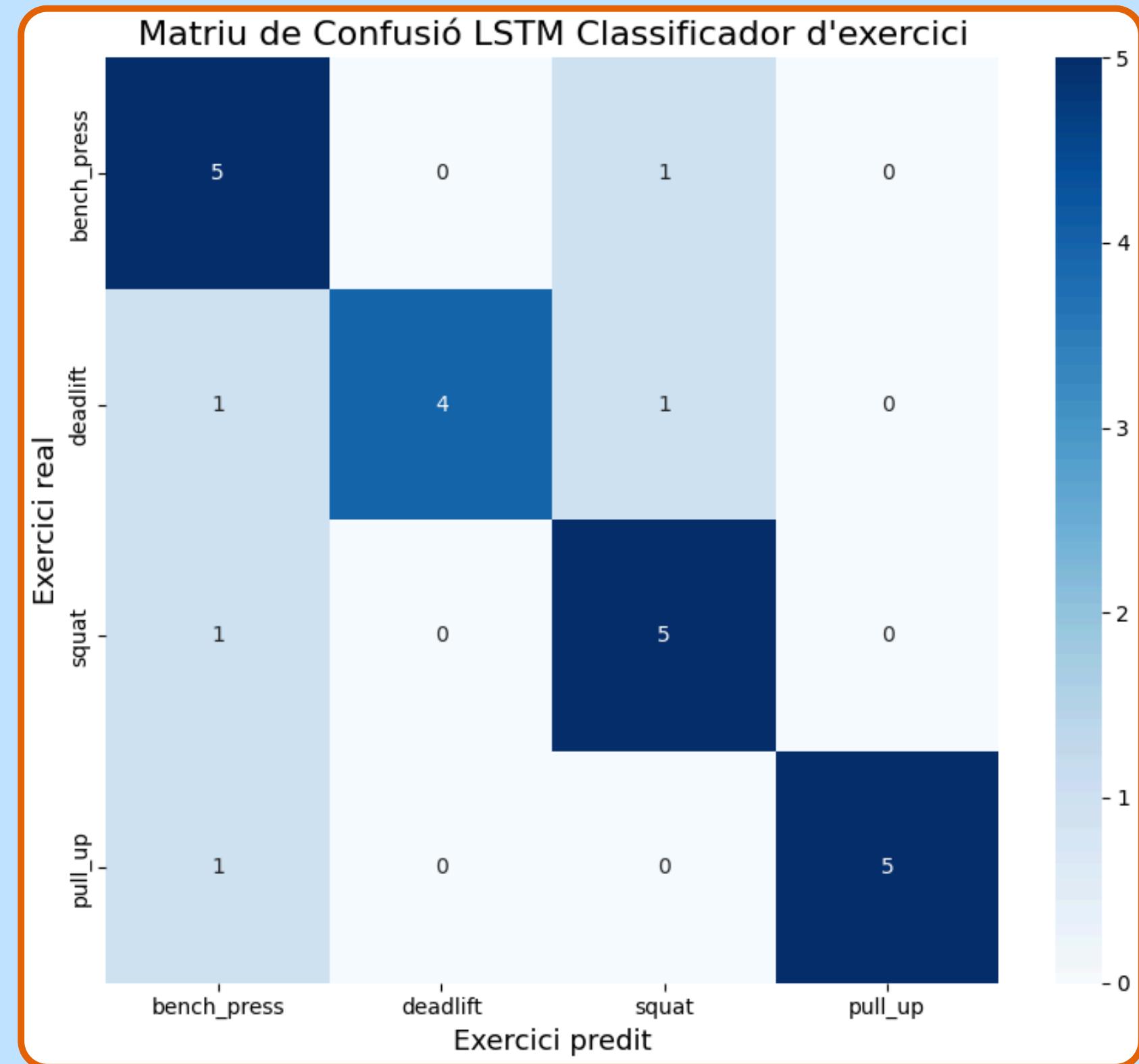


Pipeline complet

Velocitat de processament: S'obté una velocitat mitjana de **32.7** frames per segon (FPS) i **19.5** FPS tenint en compte la generació del vídeo de sortida.

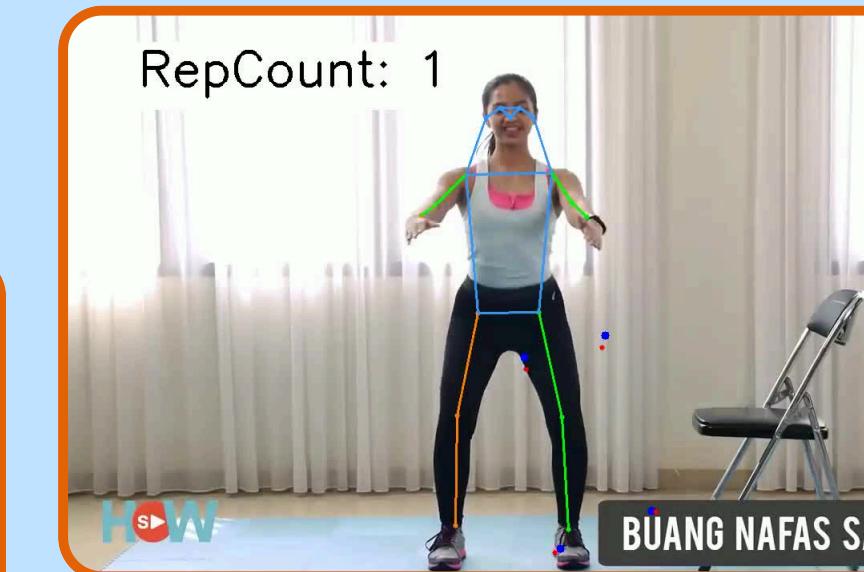
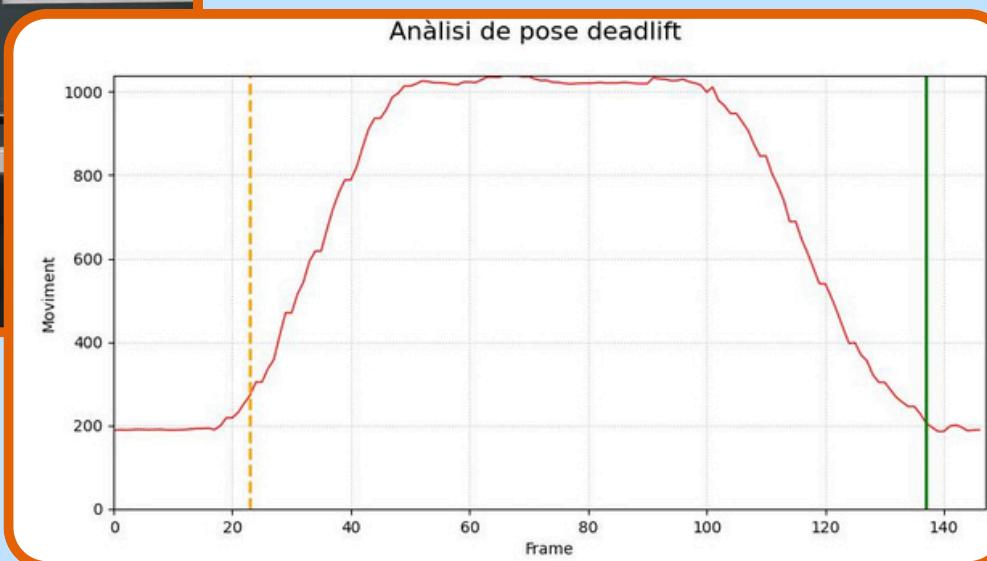
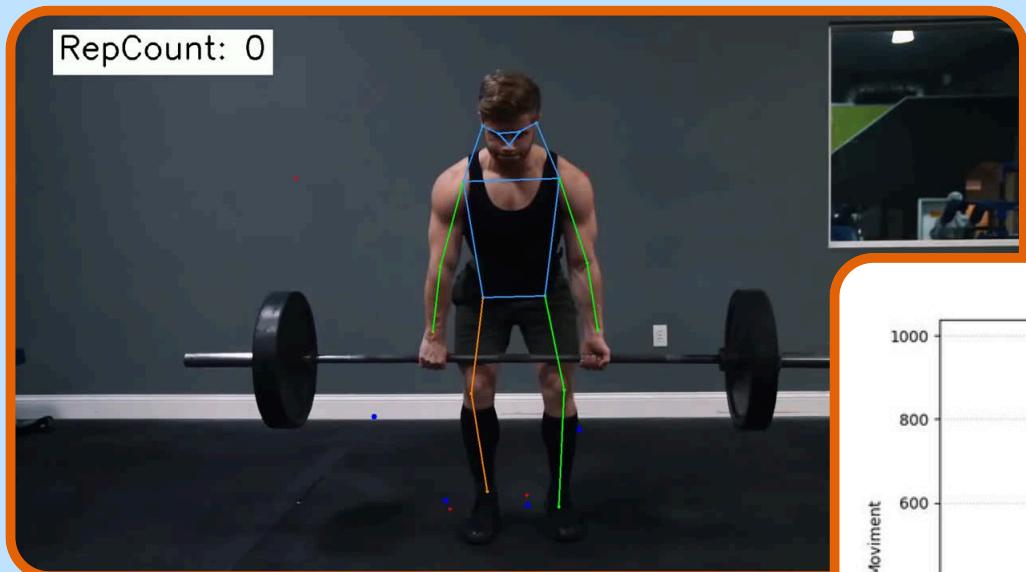
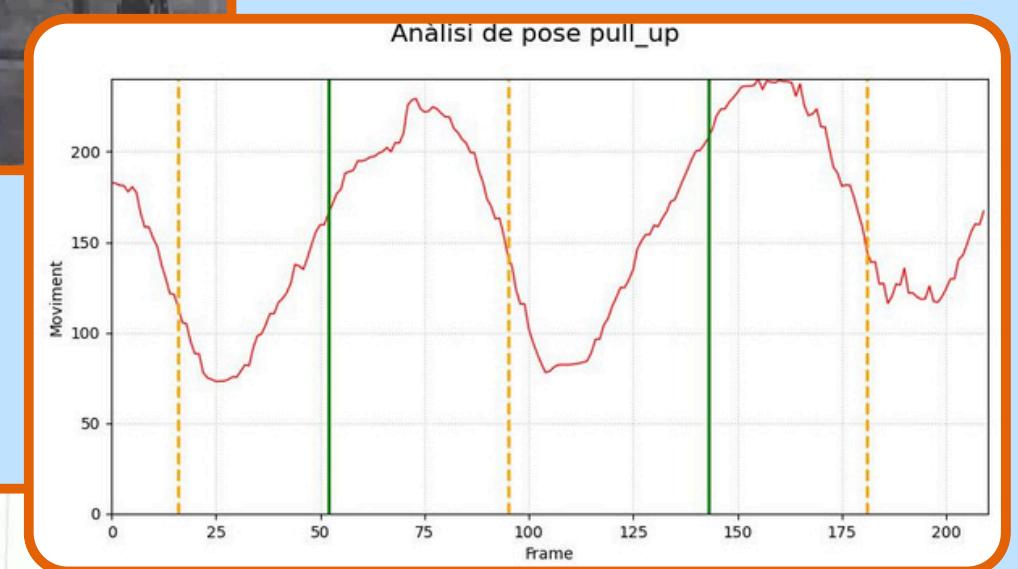
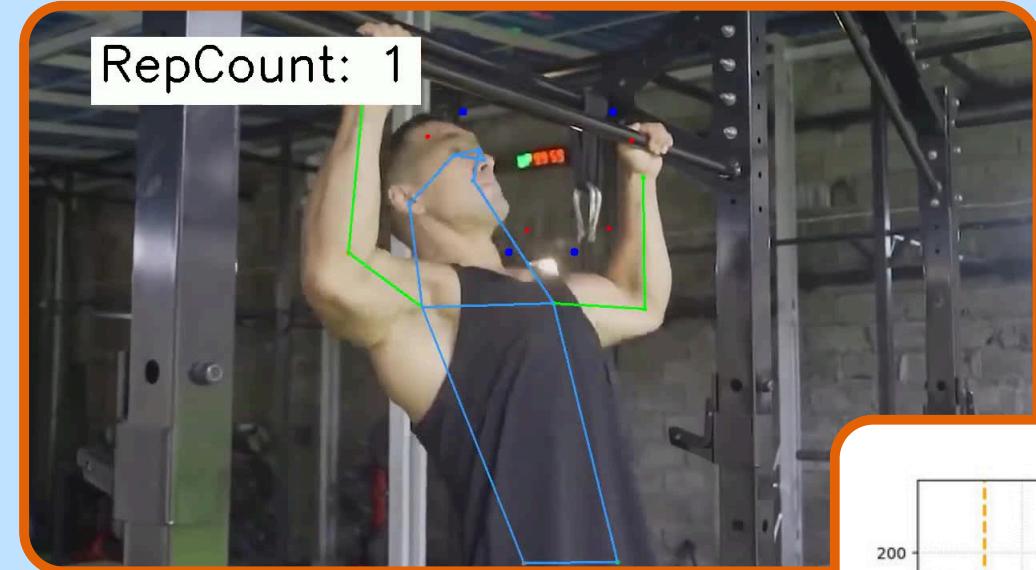
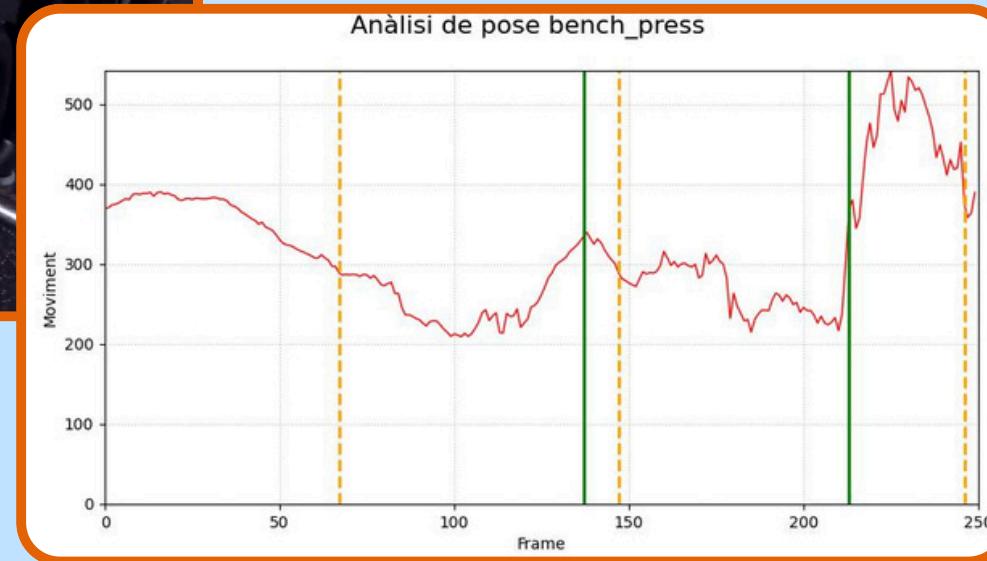
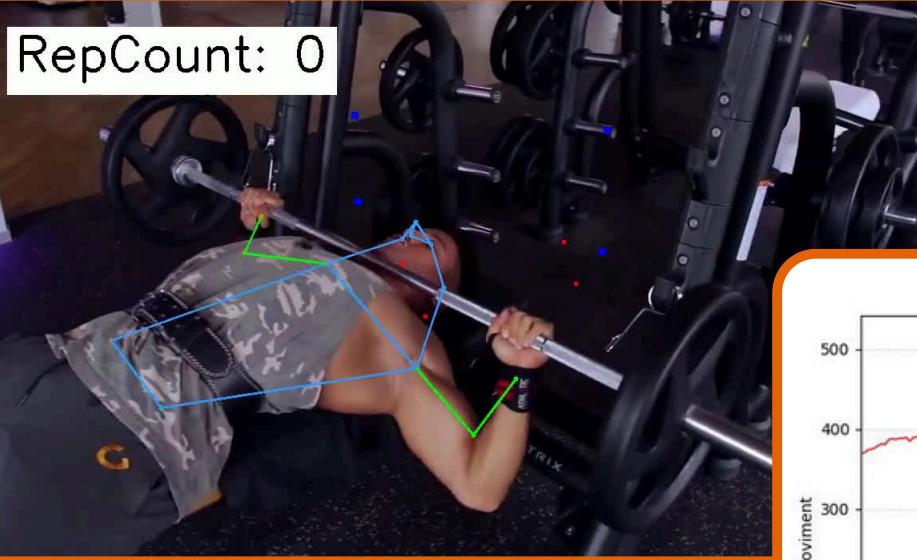
GPU utilitzada: Nvidia Geforce GTX 1080, 8GB de RAM

Resultats: Predicció d'exercici



Possibles confusions:
Estimació de profunditat incorrecta

Resultats: Anàlisi de moviment



Exemple ús aplicació



Historial aplicació web

← Pàgina principal

Historial de jolara03

 RepCount: 0 | 31/1/2026, 11:14:25 | deadlift | Repeticions: 1

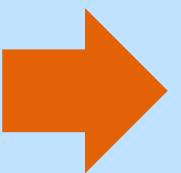
 RepCount: 0 | 31/1/2026, 11:14:57 | pull_up | Repeticions: 3

Conclusions: Característiques principals

Anàlisi amb 1 sola càmara, des d'una sola perspectiva sense necessitat d'equip professional



Ús web sense necessitat de instal·lació, per a qualsevol tipus d'usuari

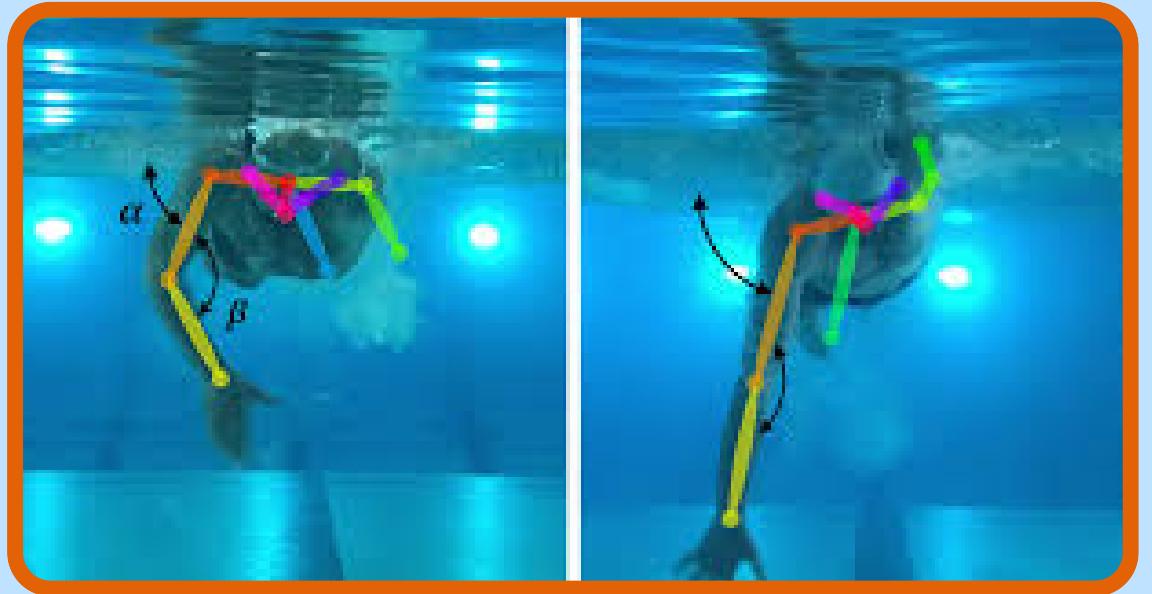


Cost baix i ús ràpid



Robustesa cap a diferents angles de càmera eliminen la necessitat de configuració i posicionament

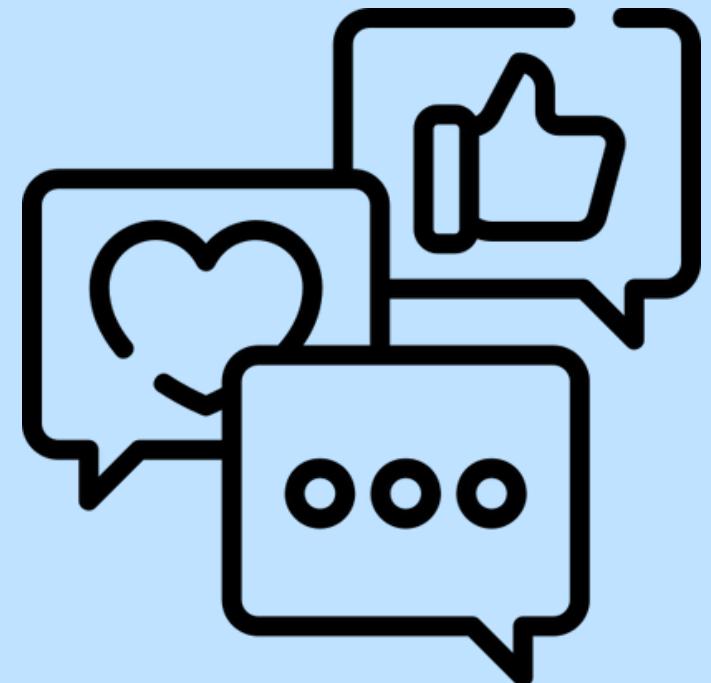
Possibles aplicacions



Adaptació a més esports/exercicis

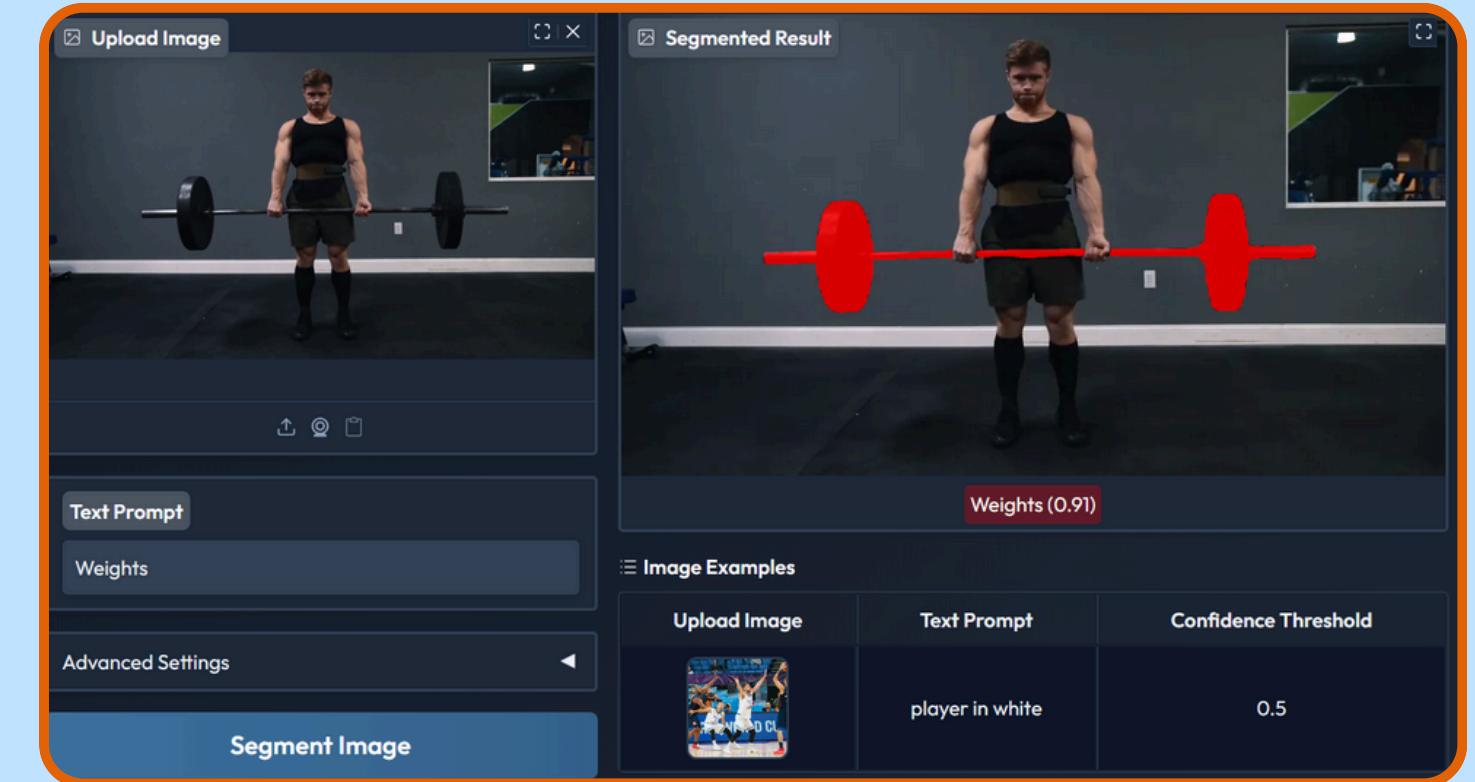
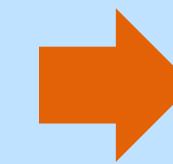


Arbitratge per competicions petites



Xarxes socials

Treball futur

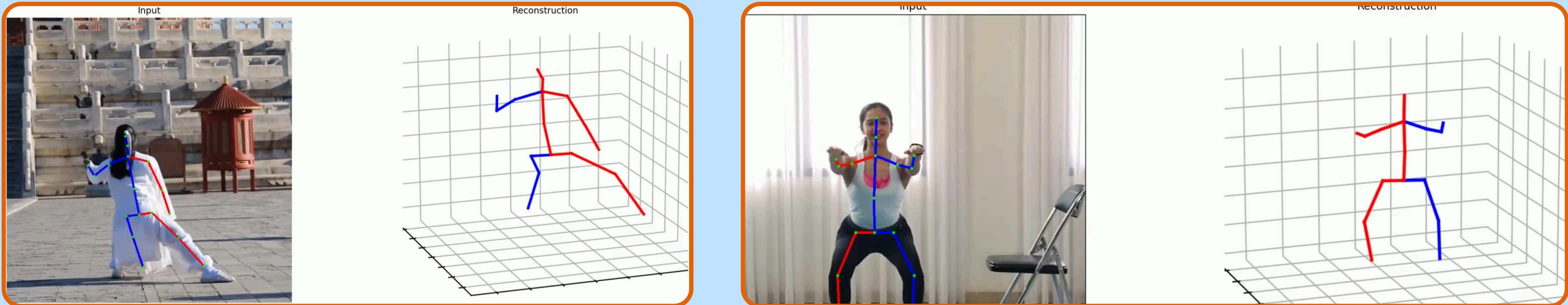


Setembre 2024



Desembre 2025

Treball futur



Estimació de pose 3D