**گزارش کامل درباره کد مرحله پنجم**

این کد به منظور پیش‌بینی نوع حرکت ورزشی از روی یک ویدیو طراحی شده است. در این مرحله، از مدل آموزش‌دیده (CNN-LSTM) به همراه ابزارهای پردازش OpenCV و MediaPipe و ابزارهای پیش‌پردازش (Joblib) استفاده می‌شود. در ادامه به شرح اجزای مختلف کد پرداخته می‌شود:

**1. بارگذاری مدل‌ها و ابزارهای لازم**

* **بارگذاری مدل آموزش‌دیده:**  
  مدل ذخیره شده با نام lstm\_model.h5 با استفاده از تابع load\_model از Keras بارگذاری می‌شود.
* **بارگذاری Scaler و Label Encoder:**  
  ابزار نرمال‌سازی (MinMaxScaler) که برای نرمال‌سازی داده‌های ورودی استفاده شده، و همچنین Label Encoder که برچسب‌های عددی را به برچسب‌های اصلی (نام حرکت ورزشی) تبدیل می‌کند، با استفاده از joblib.load بارگذاری می‌شوند.
* **تنظیمات MediaPipe Pose:**  
  از کتابخانه MediaPipe برای استخراج نقاط کلیدی بدن استفاده می‌شود. این ابزار به ما اجازه می‌دهد تا 33 نقطه (landmarks) از بدن را استخراج کنیم. تعداد ویژگی‌های ورودی برای مدل برابر با 66 33 نقطه × 2 مختصات x و y فرض شده است.

**2. تابع extract\_keypoints**

این تابع یک فریم ورودی را دریافت کرده و به کمک MediaPipe Pose، نقاط کلیدی بدن مختصات x و yرا استخراج می‌کند:

* **تبدیل رنگ فریم:**  
  فریم به فرمت RGB تبدیل می‌شود زیرا MediaPipe از این فرمت استفاده می‌کند.
* **استخراج نقاط کلیدی:**  
  در صورت شناسایی موفقیت‌آمیز، مختصات x و y هر landmark استخراج شده و در یک لیست ذخیره می‌شوند.
* **مدیریت خطا:**  
  در صورتی که نقاط کلیدی شناسایی نشوند، یک آرایه با مقدار صفر به طول NUM\_FEATURES برگردانده می‌شود.

**3. تابع predict\_exercise\_from\_video**

این تابع به منظور پیش‌بینی نوع حرکت ورزشی از یک ویدیو طراحی شده است:

* **باز کردن ویدیو:**  
  با استفاده از OpenCV، ویدیو باز شده و بررسی می‌شود که آیا به درستی باز شده است یا خیر.
* **انتخاب فریم نماینده:**  
  از میان تمام فریم‌های ویدیو، فریم میانی انتخاب می‌شود تا به عنوان نمونه نماینده جهت پیش‌بینی مورد استفاده قرار گیرد.
* **پردازش فریم:**
  + فریم انتخاب‌شده به اندازه 320x240 تغییر اندازه داده می‌شود (همان اندازه‌ای که در آموزش مدل استفاده شده است).
  + تابع extract\_keypoints برای استخراج نقاط کلیدی از فریم فراخوانی می‌شود.
  + در صورتی که تعداد نقاط استخراج شده صحیح نباشد، پیام خطا داده می‌شود.
* **پیش‌پردازش ورودی برای مدل:**
  + نقاط کلیدی استخراج‌شده به آرایه‌ای یک‌بعدی تبدیل شده و سپس با استفاده از Scaler نرمال‌سازی می‌شوند.
  + شکل نهایی داده به صورت سه‌بعدی تنظیم می‌شود تا با ورودی مدل (batch, NUM\_FEATURES, 1) سازگار باشد.
* **پیش‌بینی با مدل:**
  + داده‌های ورودی به مدل ارسال شده و احتمال پیش‌بینی هر کلاس محاسبه می‌شود.
  + اندیس بیشترین احتمال پیدا شده و با استفاده از Label Encoder، برچسب اصلی (نام حرکت ورزشی) برگردانده می‌شود.

**4. اجرای پیش‌بینی و نمایش نتیجه**

* ویدیو نمونه‌ای با نام ppp.mp4 بارگذاری شده و تابع predict\_exercise\_from\_video برای پیش‌بینی حرکت ورزشی فراخوانی می‌شود.
* در نهایت، نتیجه پیش‌بینی شده (نام حرکت ورزشی) در کنسول چاپ می‌شود.

**نتیجه‌گیری**

این کد یک سامانه پیش‌بینی حرکت ورزشی بر اساس یک فریم انتخاب‌شده از ویدیو فراهم می‌کند. فرایند به‌صورت زیر انجام می‌شود:

1. **بارگذاری مدل و ابزارهای پیش‌پردازش:**  
   مدل CNN-LSTM، Scaler و Label Encoder از فایل‌های ذخیره‌شده بارگذاری می‌شوند.
2. **استخراج نقاط کلیدی:**  
   از MediaPipe Pose برای استخراج 33 نقطه کلیدی از بدن استفاده می‌شود.
3. **پیش‌پردازش و نرمال‌سازی:**  
   داده‌های استخراج‌شده با استفاده از Scaler نرمال‌سازی شده و به فرمتی که مدل نیاز دارد، تغییر شکل داده می‌شوند.
4. **پیش‌بینی و برگرداندن برچسب:**  
   مدل پیش‌بینی خود را انجام داده و برچسب حرکت ورزشی بر اساس بیشترین احتمال ارائه می‌شود.

این سامانه می‌تواند به عنوان یک سیستم تشخیص حرکت ورزشی در زمان واقعی یا به‌عنوان بخشی از یک سیستم جامع تحلیل فعالیت‌های ورزشی مورد استفاده قرار گیرد.