



## یادگیری عمیق

پاییز ۱۴۰۳  
استاد: دکتر فاطمی زاده

مهلت ارسال: جمعه ۱۲ بهمن ماه

ردیابی اشیا

پروژه نهایی (فاز ۲)

- مهلت ارسال پاسخ تا ساعت ۲۳:۵۹ روز مشخص شده است.
- در طول ترم امکان ارسال با تاخیر پاسخ همه‌ی تمارین تا سقف ۵ روز و در مجموع ۱۸ روز، وجود دارد. پس از گذشت این مدت، پاسخ‌های ارسال شده پذیرفته نخواهند بود. همچنین، به ازای هر روز تأخیر غیر مجاز ۱۰ درصد از نمره تمرین به صورت ساعتی کسر خواهد شد.
- همکاری و همفکری شما در انجام تمرین مانعی ندارد اما پاسخ ارسالی هر کس حتماً باید توسط خود او نوشته شده باشد. (دقت کنید در صورت تشخیص مشابهت غیرعادی برخورد جدی صورت خواهد گرفت.)
- در صورت همفکری و یا استفاده از هر منابع خارج درسی، نام همفکران و آدرس منابع مورد استفاده برای حل سوال مورد نظر را ذکر کنید.
- لطفاً تصویری واضح از پاسخ سوالات نظری بارگذاری کنید. در غیر این صورت پاسخ شما تصحیح نخواهد شد.
- نتایج و پاسخ‌های خود را در یک فایل با فرمت zip به نام Phase۲-Name-StudentNumber در سایت **CW** قرار دهید. برای بخش عملی تمرین نیز در صورتی که کد تمرین و نتایج خود را در گیت‌هاب بارگذاری می‌کنید، لینک مخزن مربوطه (repository) را در پاسخنامه خود قرار بدهید. دقت کنید هر سه فایل نوتبوک تکمیل شده بخش عملی را در گیت‌هاب قرار دهید. همچنین لازم است تا دسترسی‌های لازم را به دستیاران آموزشی مربوط به این تمرین بدهید.
- لطفاً تمامی سوالات خود را از طریق صفحه درس در سایت **Quera** مطرح کنید (برای اینکه تمامی دانشجویان به پاسخ‌های مطرح شده به سوالات دسترسی داشته باشند و جلوی سوالات تکراری گرفته شود، به سوالات در بسترهای دیگر پاسخ داده نخواهد شد).
- دقت کنید کدهای شما باید قابلیت اجرای دوباره داشته باشند، در صورت دادن خطا هنگام اجرای کدتان، حتی اگر خطا بدلیل اشتباه تایپی باشد، نمره صفر به آن بخش تعلق خواهد گرفت.

### مقدمه

در فاز دوم، هدف اصلی پیاده‌سازی عملی، ارزیابی و بهینه‌سازی الگوریتم‌های ردیابی اشیا در ویدیوهای ورزشی است. اهداف کلی عبارتند از:

- پیاده‌سازی الگوریتم‌های ردیابی مانند SORT، ByteTrack DeepSORT، و FairMOT.
  - ارزیابی الگوریتم‌ها بر اساس معیارهایی مانند Recall، Precision، IDF1 MOTA، و MOT.
  - تحلیل نتایج بر روی دیتاست‌های مرتبط مانند SportsMOT.
- در انتهای این پروژه نیز از شما خواسته شده است که علاوه بر پیاده‌سازی الگوریتم‌های ردیابی اشیا، چالش‌های رایج در این حوزه را شناسایی کنید و یک روش خلاقانه برای بهبود الگوریتم‌های مورد استفاده پیشنهاد و پیاده‌سازی نمایید.

## ۱ آمادہ سازی دیتاست و پیش پردازش داده‌ها

در این بخش، از یک دیتاست‌های معتبر مانند SportsMOT (یا دیتاست پیشنهادی خودتان) استفاده می‌شود. داده‌ها باید از نظر کیفیت و سازگاری بررسی شوند و فرآیندهایی مانند نرمال سازی، حذف داده‌های زائد و افزایش داده‌ها (Data Augmentation) برای بهبود عملکرد مدل‌ها انجام شود. داده‌ها باید به مجموعه‌های Train، Validation و Test تقسیم شوند تا امکان ارزیابی عادلانه مدل‌ها فراهم شود.

## ۲ پیاده سازی الگوریتم ردیابی اشیا

**\*نکته پیاده سازی:** توجه کنید که مدل ردیابی پیاده سازی شده باید با رزولوشن تصویر  $720 \times 720$  (یعنی  $1280 \times 720$ ) و نرخ ۲۵ فریم بر ثانیه کار کند و لیبل‌های خروجی با این مقادیر سازگار باشد. به عبارت دیگر، هنگام اعتبارسنجی، بدون نیاز به تغییر اضافی در کد، مدل و کد ردیابی باید با این ورودی همگام باشد و خروجی متناظرا تولید شود.

**\*توجه:** لطفا توجه داشته باشید ارائه دمو مناسب (ارائه ویدیو از نتایج و خروجی کد) و نتیجه تست مطلوب روی دیتای تست دستیاران آموزشی بخش قابل توجهی از نمره را شامل می‌شود. رعایت نکته پیاده سازی فوق از جهت تست آسان کد شما توسط دستیاران درس بسیار حائز اهمیت است.

### ۱.۲ تشخیص اشیا (Object Detection)

تشخیص شیء (Object Detection) قدم اول و اساسی قبل از ردیابی شیء (Object Tracking) است. در واقع، الگوریتم‌های ردیابی به داده‌های تولید شده توسط الگوریتم‌های تشخیص وابسته هستند. بدون تشخیص صحیح، ردیابی نمی‌تواند به درستی انجام شود.

در این بخش باید الگوریتم‌های تشخیص شیء را پیاده سازی کنند و آن‌ها را بر روی یک مجموعه داده ویدیویی ارزیابی نمایند. شما باید یک مدل تشخیص مانند YOLO یا R-CNN Faster انتخاب کرده و مراحل زیر را دنبال کنید:

۱. الگوریتم تشخیص منتخب خود را معرفی و دلایل انتخاب آن را توضیح دهید.
۲. پس از پیش پردازش داده‌ها، مدل خود را آموزش دهید و نمودارهای مربوط به Loss و Accuracy را ارائه دهید.
۳. خروجی مدل تشخیص را بر روی چند فریم از ویدیو نمایش دهید و تحلیل کنید که آیا مدل توانسته اشیا (مانند بازیکنان و توپ) را به درستی شناسایی کند یا خیر.
۴. دقت و عملکرد مدل را با استفاده از معیارهای مختلف ارزیابی کنید.

### ۲.۲ ردیابی تک شیء (Single Object Tracking - SOT)

هدف این بخش، ردیابی یک شیء خاص (مانند توپ یا یک بازیکن) در یک ویدیوی ورزشی است. شما باید ابتدا شیء هدف را در اولین فریم مشخص کنید و سپس مسیر حرکت آن را در فریم‌های بعدی دنبال کنید.

۱. یک الگوریتم ردیابی تک شیء (مانند CSRT Tracker یا Siamese Networks) را انتخاب و دلایل انتخاب خود را توضیح دهید.
۲. پیاده سازی الگوریتم انتخاب شده را انجام دهید و مسیر شیء هدف را در یک ویدیوی نمونه نمایش دهید.

۳. چالش‌های معمول در ردیابی تک شیء مانند پوشیدگی (Occlusion)، تغییر مقیاس (Scale Variation) و تغییر نور (Illumination Change) را بررسی کنید.
۴. دقت الگوریتم را با معیارهای مختلف ارزیابی کنید.
۵. تحلیل کنید که الگوریتم در چه شرایطی عملکرد بهتری دارد و در چه شرایطی دچار خطا می‌شود.
۶. (امتیازی) با کمک HeatMap مکان حرکت شیء ردیابی شده را به نمایش بگذارید. در واقع این خروجی کمک میکند تا میزان حضور شیء موردنظر در مکان‌های مختلف توسط رنگ‌ها به نمایش گذاشته شود.

## ۳.۲ ردیابی چند شیء (Multiple Object Tracking - MOT)

- در این بخش، شما باید الگوریتم‌های ردیابی چند شیء مانند SORT، ByteTrack DeepSORT و FairMOT را پیاده‌سازی و ارزیابی کنید. هدف، شناسایی و ردیابی همزمان چند شیء در ویدیو (مانند بازیکنان و توپ) است.
۱. یک الگوریتم ردیابی چند شیء را انتخاب کنید و توضیح دهید چرا این الگوریتم برای این سناریو مناسب است.
  ۲. ارتباط بین الگوریتم‌های تشخیص و ردیابی را توضیح دهید. چگونه خروجی تشخیص به ورودی الگوریتم ردیابی تبدیل می‌شود؟
  ۳. فرآیند تخصیص (Assignment) را در الگوریتم خود توضیح دهید. از چه مکانیزمی (مانند Hungarian Algorithm) برای تطابق اشیاء در فریم‌های متوالی استفاده می‌شود؟ توضیح دهید.
  ۴. پیاده‌سازی الگوریتم را انجام دهید و نتایج ردیابی را در یک ویدیو نمایش دهید.
  ۵. عملکرد الگوریتم را با معیارهایی مانند MOTA (Multiple Object Tracking Accuracy)، IDF1 و Pre-cision ارزیابی کنید.
  ۶. چالش‌های رایج مانند ID Switch، پوشیدگی (Occlusion) و تغییر نور (Illumination Change) را تحلیل و بررسی کنید.
  ۷. (امتیازی برای گروه‌های تک‌نفره و اجباری برای گروه‌های دو نفره) یک الگوریتم دیگر را نیز انتخاب کنید و نتایج آن را الگوریتم قبلی مقایسه کنید. نقاط قوت و ضعف هر کدام را توضیح دهید.
- \*نکته:** نتایج ارزیابی باید به صورت جداول و نمودارهای مقایسه‌ای نمایش داده شوند و تحلیل دقیقی از این نتایج ارائه گردد.

## ۳ بهبود الگوریتم و ارائه روش پیشنهادی (امتیازی)

- \*توجه:** برای گروه‌های تک‌نفره تنها بخش اول امتیازی است و نیازی به حل بخش دوم نمی‌باشد. ارائه پاسخ برای بخش دوم توسط گروه‌های تک‌نفره فاقد نمره است. گروه‌های دو نفره موظف به انجام هر دو بخش اول و دوم جهت گرفتن کل نمره امتیازی این قسمت هستند.

### ۱.۳ بخش اول - تحقیق

۱. حداقل یک روش بهبود برای الگوریتم ردیابی خود ارائه دهید. برای اینکار شما می‌توانید یکی از چالش‌های رایج در ردیابی اشیاء را انتخاب کنید و یک روش بهبود برای رفع این چالش پیشنهاد دهید. جزییات و مراحل الگوریتم به صورت کامل توضیح دهید.
۲. به صورت کلی در مورد روشهای optimization model برای تحویل مدل‌ها و ارائه آن‌ها به عنوان یک محصول تحقیق کنید. توضیح دهید چرا بهینه‌سازی مدل‌ها برای تحویل به عنوان محصول ضروری است. دسته روشهای مختلف، مزایا و معایب هر کدام را به صورت کامل توضیح دهید.

### ۲.۳ بخش دوم - پیاده‌سازی

۱. روش پیشنهادی خود را به صورت عملی پیاده‌سازی کنید.
۲. عملکرد نسخه بهبودیافته الگوریتم را با نسخه قبلی مقایسه کنید. (از معیارهای مختلف، جداول و نمودارای مقایسه‌ای برای این منظور استفاده کنید.)
۳. توضیح دهید که آیا روش پیشنهادی توانست چالش را حل کند و چه تأثیر مثبتی بر دقت یا سرعت الگوریتم داشته است.
۴. اگر روش پیشنهادی شما محدودیت‌هایی دارد، آن‌ها را بیان کنید.
۵. یکی از روش‌های بهینه‌سازی مدل را بر روی مدل نهایی خود پیاده‌سازی کنید و عملکرد نسخه production را با نسخه قبلی در ملاک‌های مختلف تحلیل و مقایسه کنید.