دانشکده مکانیک، برق و کامپیوتر

گروه هوش مصنوعی و رباتیکز

دوره ی OpenCV

پردازش ویدیو و حرکت

تهیه و تنظیم :

زهرا عبادی

استاد راهنما :

دکتر عباس کوچاری

تابستان 1402

فهرست مطالب صفحه

1. Implementing a basic background subtractor:

برای پیاده‌سازی کاهش پس‌زمینه پایه، از رویکرد زیر استفاده میکنیم :

- از دوربین، فریم‌ها را ضبط کنید.
- 9 فریم را رد کنید تا دوربین به مدتی فرصت داشته باشد که تنظیم خودکار نوردهی خود را برای تطابق با شرایط نور در صحنه انجام دهد.
- فریم دهم را بگیرید، آن را به سیاه و سفید تبدیل کنید، آن را تار کنید و از این تصویر تار به عنوان تصویر مرجع پس‌زمینه استفاده کنید.
- برای هر فریم پی‌ازپی، فریم را تار کنید، به سیاه و سفید تبدیل کنید و تفاوت مطلق بین این فریم تار و تصویر مرجع پس‌زمینه را محاسبه کنید. روی تصویر تفاوت‌ها، آستانه‌گذاری، انعطاف و تشخیص لبه(thresholding, smoothing, and contour detection) انجام دهید. مستطیل‌های محدودکننده مشخصات اصلی را رسم و نمایش دهید.

توضیحات کد :

10 فریم از دوربین را ضبط مبکنیم.

```
for i in range(10):
    success, frame = cap.read()
    if not success:
        exit(1)
```

اگر قادر به ضبط 10 فریم نبودیم، خارج می‌شویم. در غیر اینصورت، به تبدیل فریم دهم به سیاه و سفید و تار می‌پردازیم :

```
gray_background = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
gray_background = cv2.GaussianBlur(gray_background, (BLUR_RADIUS, BLUR_RADIUS), 0)
```

در این مرحله، تصویر مرجع پس‌زمینه را داریم:

حالا به ضبط تصاویر بیشتر ادامه می دهیم که ممکن است در آنها حرکت تشخیص داده شود. پردازش هر فریم با تبدیل به سیاه و سفید و اعمال عملیات تار کردن گوسی شروع می‌شود :

```
gray_background = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
gray_background = cv2.GaussianBlur(gray_background, (BLUR_RADIUS, BLUR_RADIUS), 0)
```

حالا می‌توانیم نسخه تار و سیاه و سفید فریم فعلی را با نسخه تار و سیاه و سفید تصویر پس‌زمینه مقایسه کنیم. به‌طور خاص، از تابع cv2.absdiff برای پیدا کردن مقدار مطلق (یا مقدار) تفاوت بین این دو تصویر استفاده خواهیم کرد. سپس، یک آستانه را برای به دست آوردن یک تصویر سیاه و سفید خالص اعمال کرده و عملیات مورفولوژی برای نرم‌کردن تصویر آستانه‌ای انجام می دهیم. کد مربوط به این بخش به شرح زیر است :

```
diff = cv2.absdiff(gray_background, gray_frame)
_, thresh = cv2.threshold(diff, 40, 255, cv2.THRESH_BINARY)
cv2.erode(thresh, erode_kernel, thresh, iterations=2)
cv2.dilate(thresh, dilate_kernel, thresh, iterations=2)
```

فرسایش (cv2.erode()) : `cv2.erode(thresh, erode_kernel, thresh, iterations=2)`

فرسایش یک عملیات مورفولوژیک است که برای فرسودن مرزهای اشیاء جلوگیری کننده در تصویر دودویی به کار می‌رود. این عملیات با حرکت یک عنصر سازگاری (که توسط erode_kernel تعریف شده است) روی تصویر دودویی انجام می‌شود و هر پیکسل در همسایگی عنصر سازگاری با کمینه مقدار پیکسل جایگزین می‌شود.

پارامترها:

- **thresh:** تصویر دودویی که فرسایش روی آن اعمال می‌شود.
- **erode_kernel**: عنصر سازگاری مورد استفاده برای فرسایش. این عنصر شکل و اندازه محله‌ای که برای عملیات استفاده می‌شود را تعریف می‌کند.
- **iterations**: تعداد بارهایی که عملیات فرسایش انجام می‌شود.

در کد شما، شما دو بار (iterations=2) فرسایش روی تصویر دودویی thresh انجام می‌دهید. این عملیات می‌تواند به کاهش نویز در تصویر دودویی کمک کند و همچنین برای جداسازی اشیاءی که به یکدیگر نزدیک هستند، مورد استفاده قرار گیرد.

گسترش (cv2.dilate()): `cv2.dilate(thresh, dilate_kernel, thresh, iterations=2)`

گسترش یک عملیات مورفولوژیک دیگر است که برای گسترش مرزهای اشیاء جلوگیری‌کننده در تصویر دودویی به کار می‌رود. این عملیات با حرکت یک عنصر سازگاری (که توسط dilate_kernel تعریف شده است) روی تصویر دودویی انجام می‌شود و هر پیکسل در همسایگی عنصر سازگاری با بیشینه مقدار پیکسل جایگزین می‌شود.

پارامترها:

- **thresh**: تصویر دودویی که گسترش روی آن اعمال می‌شود.
- **dilate_kernel**: عنصر سازگاری مورد استفاده برای گسترش. این عنصر شکل و اندازه محله‌ای که برای عملیات استفاده می‌شود را تعریف می‌کند.
- **iterations**: تعداد بارهایی که عملیات گسترش انجام می‌شود.

در کد شما، شما دو بار (iterations=2) گسترش روی تصویر دودویی thresh انجام می‌دهید. گسترش می‌تواند به اتصال اجزاء اشیاء نزدیک به یکدیگر و دیدن بهتر آنها کمک کند. این عملیات اغلب با فرسایش ترکیب می‌شود تا عملیات‌هایی مانند بسته کردن (ترکیبی از گسترش و فرسایش) برای وظایفی مانند تشخیص اشیاء انجام شود.

ترکیب فرسایش و گسترش به عنوان "بازکردن مورفولوژیک" شناخته می‌شود هنگامی که فرسایش قبل از گسترش انجام شود و "بسته کردن مورفولوژیک" شناخته می‌شود هنگامی که گسترش قبل از فرسایش انجام شود. این عملیات‌ها ابزارهای مهمی در پیش‌پردازش و تحلیل تصویر برای وظایفی مانند تشخیص اشیاء و تقسیم‌بندی تصویر هستند.

حال اگر تکنیک ما خوب کار کرده باشد، تصویر آستانه‌ای ما باید قسمت های سفید را در هر جایی که یک شیء در حال حرکت است، داشته باشد. حالا می‌خواهیم مرزهای قسمت های سفید را پیدا کنیم و جعبه‌های محدودکننده را دور آنها بکشیم. به عنوان یک وسیله‌ی بیشتر برای فیلتر کردن تغییرات کوچک که احتمالاً اشیاء واقعی نیستند، می‌توانیم یک آستانه بر اساس مساحت مرز تعریف کنیم. اگر مرز خیلی کوچک باشد، به نتیجه می‌رسیم که یک شیء حرکتی واقعی نیست. (البته، تعریف از کوچکی خیلی ممکن است به تفکیک دقت دوربین شما و برنامه شما بستگی داشته باشد؛ در برخی شرایط، ممکن است نخواهید این آزمون را اصلاً اعمال کنید.) کد برای تشخیص مرزها و کشیدن جعبه‌های محدودکننده به شرح زیر است :

```
contours, hier = cv2.findContours(thresh, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
for c in contours:
    if cv2.contourArea(c) > 4000:
        x, y, w, h = cv2.boundingRect(c)
        cv2.rectangle(frame, (x, y), (x+w, y+h), (0, 0, 255), 2)
```

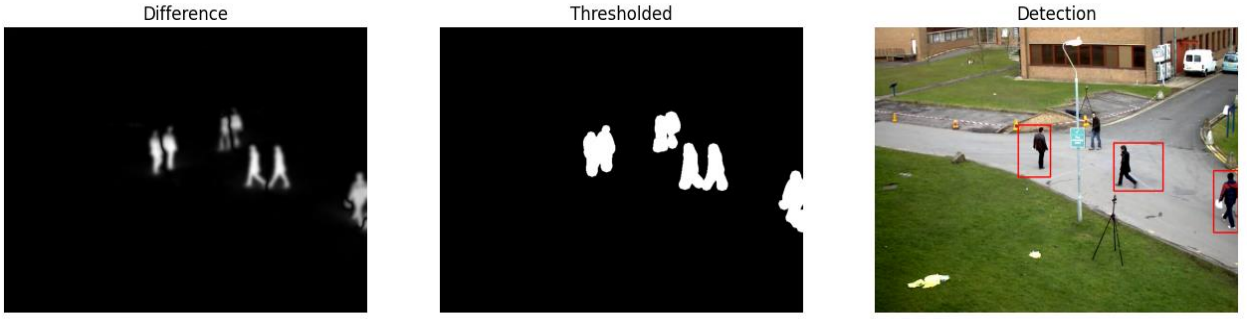
- **cv2.findContours(thresh, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE**: در این خط کد، توابع OpenCV برای پیدا کردن لبه‌های اشیاء در تصویر دودویی thresh استفاده می‌شوند.
  - **thresh**: تصویر دودویی که لبه‌های اشیاء در آن جستجو می‌شود.
  - **cv2.RETR_EXTERNAL**: نوع بازیابی اطلاعات از لبه‌ها. در اینجا، فقط لبه‌های خارجی اشیاء استخراج می‌شوند.
  - **cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE**: نوع فرآیند ساده‌سازی که برای تقریب لبه‌های اشیاء استفاده می‌شود.

- **for c in contours**: این حلقه for برای پیمایش تمام اشیاء یا لبه‌های پیدا شده در تصویر ایجاد می‌شود.
- **if cv2.contourArea(c) > 4000**: در اینجا، بررسی می‌شود که آیا مساحت اشیاء (لبه‌ها) بزرگ‌تر از ۴۰۰۰ پیکسل مربع است یا خیر. اگر مساحت بیشتر از این مقدار باشد، به این معناست که این اشیاء بزرگ‌تر و مهم‌تر هستند.
- **x, y, w, h = cv2.boundingRect(c)**: این خط کد اطلاعات مربوط به مستطیل محدب (bounding rectangle) اطراف اشیاء را به دست می‌آورد **x** و **y** مختصات نقطه‌ی بالا و چپ مستطیل و w و h عرض و ارتفاع آن را نشان می‌دهند.
- **cv2.rectangle(frame, (x, y), (x+w, y+h), (255, 255, 0), 2)**: در این خط کد، یک مستطیل رنگی به تصویر اصلی frame اضافه می‌شود. مختصات ابتدایی و انتهایی مستطیل با (x, y) و (x+w, y+h) تعیین می‌شوند. در اینجا، رنگ مستطیل (255, 255, 0) به صورت RGB تعیین شده است و ضخامت خطوط مستطیل با 2 مشخص می‌شود.

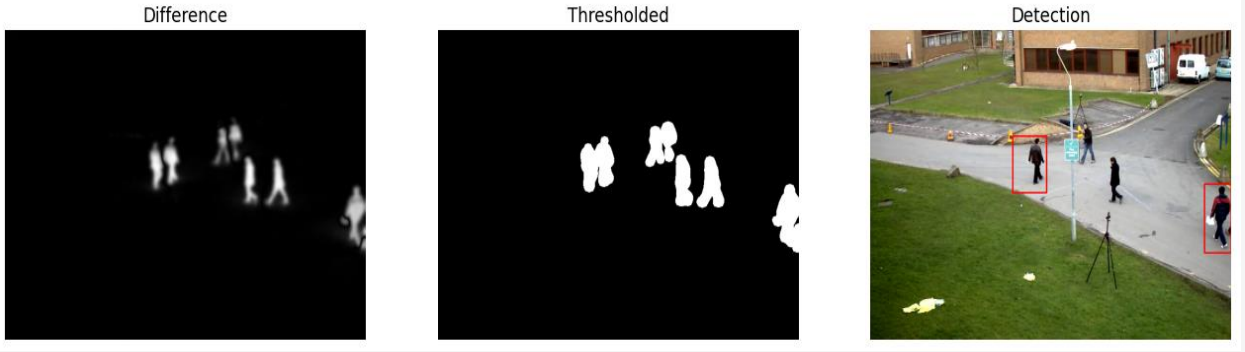
به این ترتیب، لبه‌های اشیاء را در تصویر دودویی شناسایی کرده و مستطیل‌های محدب (مرتبط با هر شیء) را به تصویر اصلی اضافه می‌کند. این روند برای اشیاء با مساحت بزرگ‌تر از ۴۰۰۰ پیکسل مربع انجام می‌شود.

تصویر تفاوت، تصویر آستانه‌ای و نتیجه تشخیص با مستطیل‌های محدودکننده به شکل زیر است :

Frame 4:



Frame 5:



.2 Using a MOG background subtractor:

3. VideoWriter:

```
# Open the video file for reading
cap = cv2.VideoCapture("drive/MyDrive/pedestrians.avi")

output_file  = "drive/MyDrive/output_video.avi"
fourcc = cv2.VideoWriter_fourcc(*'XVID')

fps = 40
seconds = 2
num_frames = fps * seconds

frame_width = int(cap.get(3))
frame_height = int(cap.get(4))

out = cv2.VideoWriter(output_file,  fourcc, fps,(frame_width, frame_height))

for i in range(num_frames):
   ret, frame = cap.read()

   if not ret:
      break

   out.write(frame)
```

توضیح کد این بخش:

- **"output_file = "drive/MyDrive/output_video.avi**: این خط نام و مکان فایل ویدیوی خروجی را که ایجاد می‌شود، مشخص می‌کند.
- **fourcc = cv2.VideoWriter_fourcc(*'XVID'):** در اینجا، fourcc به "Four Character Code" یا کد چهار حرفی اشاره دارد، که برای مشخص کردن کدک ویدیویی که برای رمزگذاری ویدیو استفاده می‌شود. در این خط، به 'XVID' تنظیم شده است که یک کدک معمولی برای فرمت ویدیوی AVI (Audio Video Interleave) است. نحوه استفاده از 'XVID'*برای باز کردن حروف 'X' ، 'V'، 'I'و 'D' به عنوان آرگومان‌های جداگانه برای VideoWriter_fourccاست. شما می‌توانید این کدک را به کدک دیگری تغییر دهید اگر ترجیح می‌دهید. جایگزین‌های معمول شامل 'MJPG' برای Motion-JPEG و 'H264' برای فشرده‌سازی H.264 هستند.
- **fps = 40 و seconds = 2** : این خطوط نرخ فریم در ثانیه و مدت زمان (به صورت ثانیه) ویدیوی خروجی را مشخص می‌کنند.
- **num_frames = fps * seconds**: این خط تعداد کل فریم‌های مورد نیاز برای ویدیوی خروجی را بر اساس نرخ فریم و مدت زمان مشخص می‌کند.

- **frame_width = int(cap.get(3))** و **frame_height = int(cap.get(4))**: این خطوط عرض و ارتفاع فریم‌های ویدیو را از شی VideoCapture (cap) با استفاده از متد get دریافت می‌کنند cap.get(3) به عرض (CV_CAP_PROP_FRAME_WIDTH) و cap.get(4) به ارتفاع (CV_CAP_PROP_FRAME_HEIGH) فریم‌های ویدیو اشاره دارند.
- **out = cv2.VideoWriter(output_file, fourcc, fps, (frame_width, frame_height))**: این خط یک شی VideoWriter به نام out ایجاد می‌کند تا ویدیوی خروجی را ذخیره کند. این شی به موارد زیر نیاز دارد:
  - **output_file**: نام فایل ویدیو خروجی.
  - **fourcc**: کدک ویدیویی که برای رمزگذاری ویدیو استفاده می‌شود، که قبلاً تعیین شده است مثلاً **('XVID')**
  - **fps**: تعداد فریم‌ها در هر ثانیه (فریم در ثانیه) ویدیو خروجی.
  - **(frame_width, frame_height)**: عرض و ارتفاع فریم‌های ویدیو خروجی. این مقادیر از شی VideoCapture گرفته می‌شوند تا ویدیو خروجی دارای ابعاد مشابه فریم‌های ورودی باشد.
- **for i in range(num_frames)**: برای تعداد فریم‌های مشخص شده اجرا می‌شود.
- **ret, frame = cap.read()**: این خط یک فریم از ویدیو ورودی می‌خواند ret .یک بولین است که نشان می‌دهد آیا یک فریم با موفقیت خوانده شده است یا نه و frame حاوی داده تصویر است.
- **if not ret: break**: این خط بررسی می‌کند که آیا یک فریم با موفقیت خوانده شده است یا نه (به عنوان مثال، اگر انتهای ویدیو رسیده شود) و در صورت عدم موفقیت، از حلقه خارج می‌شود.
- **frame = cv2.resize(frame, (frame_width, frame_height))**: این خط فریم را بازبازسازی می‌کند تا ابعاد آن با ابعاد ویدیوی خروجی همخوانی کند.
- **out.write(frame)**: این خط فریم را به ویدیوی خروجی می‌نویسد.

به طور خلاصه، این خطوط کد مشخص می‌کنند که نام فایل ویدیو خروجی، کدک، نرخ فریم و ابعاد فریم‌ها چگونه تعریف می‌شوند و سپس یک شی **VideoWriter** ایجاد می‌شود که برای نوشتن فریم‌های پردازش شده به فایل ویدیو خروجی با تنظیمات مشخص‌شده استفاده می‌شود.