

لطفاً به نکات زیر توجه فرمایید:

- فایل گزارش خود را با فرمت pdf، به انضمام کدهای MATLAB خود را در قالب یک فایل zip آپلود کنید. فرمت نام‌گذاری فایل zip ای که آپلود می‌کنید حتماً به صورت `HW4[student id][student name]` باشد.
- در صورت مشاهده هرگونه تقلب و مشابهت کد، نمره صفر برای تکلیف در نظر گرفته می‌شود.
- اصلی‌ترین بخش هر تمرین کامپیوتری گزارش آن است و بخش عمده نمره به آن تعلق می‌گیرد. لذا برای هر سوال، توضیحات کافی به همراه نتایج بدست آمده (عکس نمودارها) آماده کنید.
- کدهای خود را تا حد امکان واضح، بی‌ابهام و ساده بنویسید و هرجایی که احساس کردید فهم کد شما مشکل خواهد بود حتماً از کامنت استفاده کنید.
- برای این تمرین، اگر در کلاس حل تمرین هفته پیش شرکت نکردید، حتماً ویدئو ضبط شده آنرا مشاهده کنید. خیلی از توضیحات مربوط به این تمرین در ویدئو و اسلایدهای آن جلسه موجود می‌باشد.
- سوالات و ابهامات خود را در گروه تلگرامی درس بپرسید.

## استخراج ویژگی از تصویر به کمک عملگر کانولوشن ۲ بعدی

در این تمرین قرار است یک تابع متلب به نام `conv2D.m` را پیاده‌سازی کنید که امضای این تابع به شکل زیر می‌باشد:

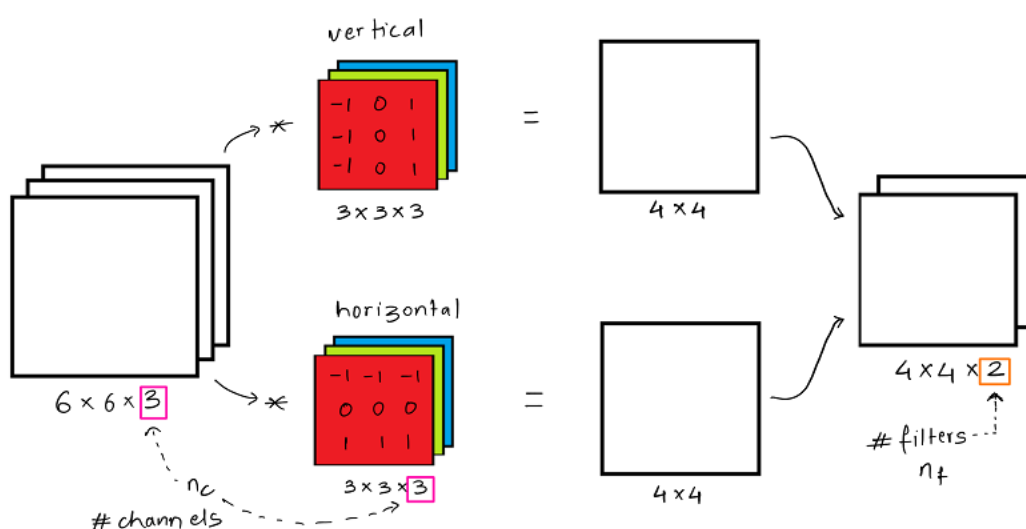
```
function [feature_map] = conv2D(img, filters, stride, padding)
```

توضیحات آرگومان‌های ورودی و خروجی به صورت زیر است:

- `img`: یک تصویر (آرایه) به سائز  $M \times N \times C$  است. اگر تصویر رنگی باشد  $C = 3$  در غیر این صورت  $C = 1$ .
- `filters`: یک تانسور (آرایه) سه بعدی به سائز  $f \times f \times no\_filter$  است که  $f$  مشخص‌کننده سائز فیلتر (ها) (تضمین می‌شود فرد است) و  $no\_filter$  برابر تعداد فیلترهای استفاده شده است.
- `stride`: یک عدد طبیعی که مشخص‌کننده تعداد پیکسل‌های عبوری در عمل `sliding` است.

- **padding**: یک متغیر از جنس رشته که مقدار آن یکی از رشته‌های 'valid' یا 'same' باشد. اگر از نوع 'same' باشد یعنی zero padding قبل از عمل کانوولوشن اعمال شود، در غیر این صورت اعمال نشود.
- **output**: یک تانسور (آرایه) به سائز  $M_{new} \times N_{new} \times no\_filter$  که کانال  $i$  ام آن، خروجی حاصل از فیلتر  $i$  ام باشد.

همانطور که بالاتر گفته شده است، توضیحات مربوط به عملکرد کانوولوشن دو بعدی در جلسه حل تمرین کامل داده شده است و برای پیاده سازی این تابع به توضیحات مطرح شده در کلاس رجوع کنید. همچنین برای درک بهتر عملکرد این تابع به شکل زیر دقت کنید:



در این شکل یک تصویر به سائز  $6 \times 6 \times 3$  به عنوان ورودی به تابع داده شده است. سپس دو فیلتر تشخیص دهنده لبه‌های افقی و عمودی به سائز  $3 \times 3$  با عکس ورودی کانوالو شده اند. (دلیل اینکه در شکل بالا سائز فیلترها  $3 \times 3 \times 3$  است را باید طبق صحبت‌های تدریس شده خودتان بدانید) خروجی حاصل از عمل کانوولوشن عکس ورودی با هر کدام از فیلترها یک آرایه دو بعدی به سائز  $4 \times 4$  است. (اینکه عدد 4 از کجا بدست آمده است هم خودتان باید بدانید) در نهایت با الحاق خروجی‌های بدست آمده، یک feature map با سائز  $4 \times 4 \times 2$  بدست آمده است.

پس از پایان پیاده‌سازی این تابع، باید یک اسکریپت متلب به نام `main.m` که در پوشه‌ی تمرین قرار دارد را تکمیل کنید. قرار است تابع `conv2D.m` پیاده سازی شده را در این اسکریپت فراخوانی کنیم و از آن استفاده کنیم.

می‌بایستی به کمک دستور `subplot`، به ازای هر کدام از ورودی‌های زیر یک Figure رسم کنید که هر Figure شامل عکس ورودی و هر کانال از feature map نهایی باشد. به طور مثال اگر feature map نهایی دارای سائز  $M \times N \times 2$  باشد، figure رسم شده باید دارای ۱+۲ تصویر باشد.

## ورودی‌ها:

|   | <i>img</i>      | <i>stride</i> | <i>padding</i> | <i>filters</i>                                 |
|---|-----------------|---------------|----------------|--|
| 1 | bengio.jpeg     | 1             | valid          | [gaussian_5x5]                                 |
| 2 | leskovec.jpeg   | 2             | same           | [horizontal_edge, vertical_edge]               |
| 3 | andrew.jpeg     | 2             | same           | [sharpening, sobel_vertical, sobel_horizontal] |
| 4 | goodfellow.jpeg | 3             | valid          | [averaging_7x7]                                |

## موارد تحویل:

الف) دو فایل `conv2D.m` و `main.m` باید در پوشه پروژه موجود باشد. دقت کنید که کد شما با فیلترهای متفاوت تست خواهد شد. اگر به هر دلیلی کد شما ران نشود نمره صفر خواهید گرفت.

ب) چهار عکس (Figure) که به کمک subplot بدست آمده (در صفحه قبل توضیح داده شده است) باید در داخل گزارشتان باشد که حاصل از اجرای کانوولوشن رو ورودی های جدول بالاست.

ج) جدول زیر را کامل کنید (متناسب با ورودی ها) و در گزارش خود قرار دهید:

|   | <i>img</i>      | <i>input size</i> | <i>Padding size</i> | <i>output size</i> |
|---|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| 1 | bengio.jpeg     | 128x128           | 0                   | 128x128            |
| 2 | leskovec.jpeg   | 100x100           | 1                   | 202x202            |
| 3 | andrew.jpeg     | 224x224           | 1                   | 226x226            |
| 4 | goodfellow.jpeg | 220x166           | 0                   | 220x166            |

نکته ۱: فیلترهای گفته شده در بالا در فایل `main.m` موجود است.

نکته ۲: اگر موارد تحویل بالا در گزارش موجود نباشند نمره تمرین را از دست خواهید داد.