



convolution using FFT

Beomgon Yu



fft convolution

해상도가 큰 이미지의 경우 **kernel size**가 커져야 할 필요가 있다. 그러나 연산시간이 **kernel size**의 제곱에 비례하여 커지게 되는 문제점이 있다. **image**와 **kernel**을 **fourier transform**을 해서 주파수 도메인으로 변환하게 되면 **convolution**은 단순히 **hadamard product(element wise multiplication)**으로 변하게 되서 연산량이 매우 적어지게 된다. (by **convolution theorem**)

이 경우에 **image**를 주파수 도메인으로 변환하여야 하는데, **DFT**의 경우 $O(n^2)$ 의 **complexity**가 발생하지만 **FFT**를 이용하면 $O(n \log n)$ 으로 **linear**하게 변하게 된다.

kernel size가 작을 경우 **winograd conv**, 클 경우 **fft**를 이용한 **conv**를 쓰는 식으로 **inference** 속도 단축 가능



fft convolution

아예 **training** 단계부터 **End to End**로 **FFT**를 이용하여 주파수 **domain**으로 변환 후 학습하는 것
관련 연구 자료가 존재한다.

이 경우 **pooling** 및 **activation** 등이 함께 변환되어야 하며 몇몇 논문들이 존재함.

논문에 따르면 성능은 거의 유지하면서 속도에서 **20~30%** 정도 줄었다고 함.



reference

1. <http://www.koreascience.kr/article/CFKO202012748641540.pdf>
2. <https://arxiv.org/pdf/1506.03767.pdf>
3. <http://ecmlpkdd2017.ijs.si/papers/paperID11.pdf>
4. <https://papers.nips.cc/paper/2020/file/2fd5d41ec6cfab47e32164d5624269b1-Paper.pdf>
5. <https://scholarworks.bwise.kr/cau/bitstream/2019.sw.cau/49027/1/Deep%20learning%20based%20on%20fourier%20convolutional%20neural%20network%20incorporating%20random%20kernels.pdf>
6. <https://analyticsindiamag.com/how-fast-fourier-convolution-can-replace-the-convolutional-layer-of-cnn/>
7. <https://towardsdatascience.com/fourier-convolutions-in-pytorch-4cbd23c70005>
8. <https://medium.com/@dmangla3/understanding-winograd-fast-convolution-a75458744ff>