

Robustifying Correction Filter For Deep Learning Models

深度學習模型使用的更正濾波器之補強方法

組別：B155

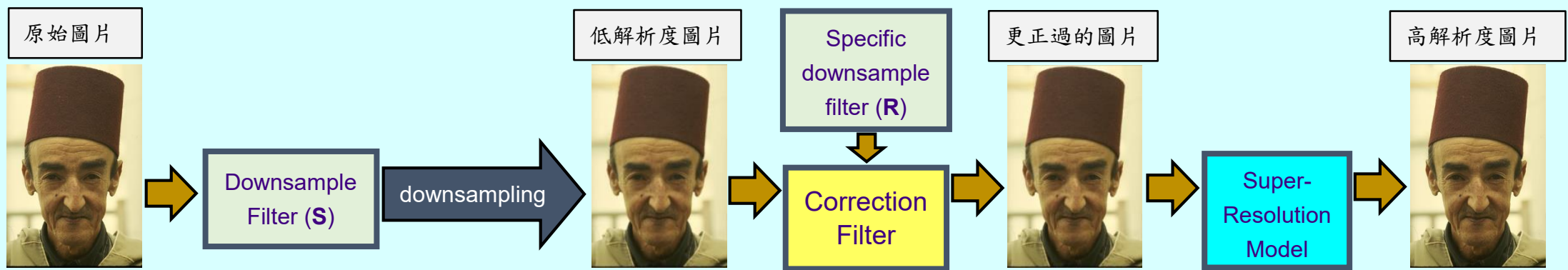
指導教授：黃朝宗

組員：曾雋卿、陳泓賓

摘要

近年的超解析度模型，大多使用深度學習模型來實現。它們訓練時，往往只使用特定降取樣得到的圖片。因此實際測試時，會因為資料不匹配導致表現變差。論文[1]於是提出了 Correction filter，來解決這個問題。然而，Correction filter 並不總是能提升模型的表現。有鑑於此，我們著手研究其性質，並基於理論提出改善方案。

Correction Filter 的目的是將被降取樣過的圖片，轉換成「特定降取樣方法得出的模樣」，以避免超解析度模型於使用時資料不匹配的問題。



名詞定義與說明

1. R：欲更正成的降取樣濾波器。即上所說「特定降取樣方法」所使用的降取樣濾波器。
2. S：低解析度圖片當初降取樣時，使用的降取樣濾波器。本專題中的 S 都是高斯濾波器。下面講的「S 標準差」是指 S 在時域上的標準差。
3. Non-blind：S 為已知的設定。透過[1]推導的算法，用 S、R 計算得出 h (the desired correction filter)。
4. Blind：S 為未知的設定。透過卷積神經網路，學習得出可能的降取樣濾波器 S，再帶入與 non-blind 相同的算法算出 h 。

研究方法與數據觀察

我們基於[1]的程式碼，分別針對 bicubic、bilinear、box 這三種降取樣方法，實作出對應 correction filter。我們測量了不同設定下的資料。從中，我們發現 S 的標準差在不同設定下，對更正效果皆有相同趨勢的影響。我們因此以 S 標準差為操縱變因，進一步量測數據，如圖二所示。

Observation：

1. Non-blind 情況下，S 的標準差如果太大，correction filter 會使圖片 PSNR 大幅下降。
2. Blind 情況下，S 標準差較小，更正效果會較差。

問題的原因與解決方法

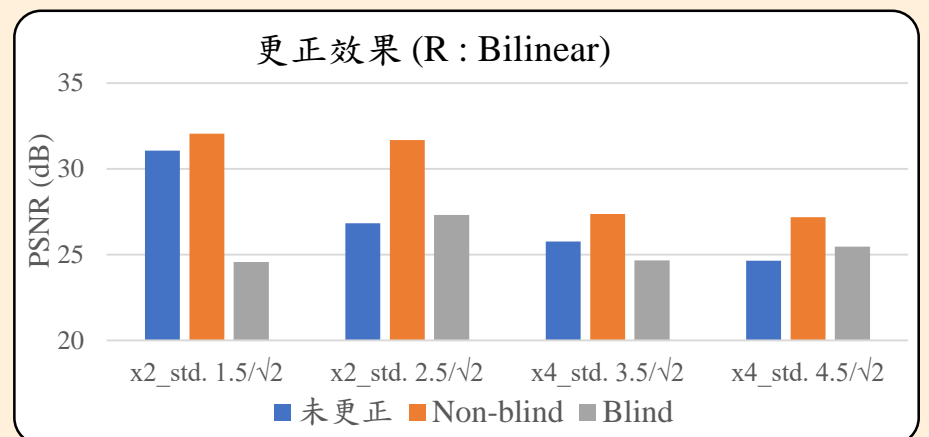
根據上述現象，以及高斯濾波器「時域標準差越大，頻域 passband 越窄」的性質，我們推論可能的原因，並量測數據加以驗證：

1. 若 S 的 passband 比 R 的 passband 更窄，效果會變差。窄越多，效果越差。
2. Blind 情況下，S 的 passband 越寬，其學習計算出來的降取樣濾波器與 S 相差越大。

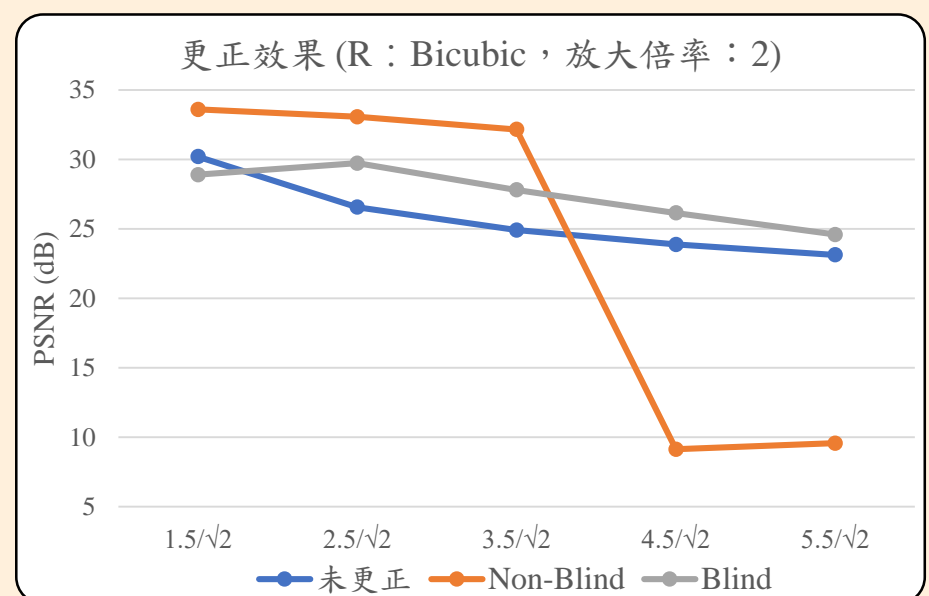
鑒於這兩點，我們提出可能提升 performance 的方法：

對於 Non-blind 設定，我們可以透過選擇 passband 恰小於 S 的 R 進行更正。此外，[1]提出了一種方法：增大 correction filter 算式的 regularization parameter (預設為 0)，可避免 S 標準差過大時發生 PSNR 驟降的情況，但整體而言圖片會變模糊。

對於 Blind 設定，我們可以分別使用多個不同 passband 的 R 進行更正，再人為選取效果最好的一個。



圖一、更正效果比較 (橫軸的標示為放大倍率與 S 標準差)



圖二、更正效果比較 (橫軸為 S 標準差)

參考文獻

- [1] Shady Abu Hussein, Tom Tirer, and Raja Giryes. Correction Filter for Single Image Super-Resolution: Robustifying Off-the-Shelf Deep Super-Resolvers. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. arXiv:1912.00157v2, 2020.
- [2] Bee Lim, Sanghyun Son, Heewon Kim, Seungjun Nah, and Kyoung Mu Lee. Enhanced deep residual networks for single image super-resolution. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition workshops*, pages 136–144, 2017.
- [3] Yifan Wang, Federico Perazzi, Brian McWilliams, Alexander Sorkine-Hornung, Olga Sorkine-Hornung, and Christopher Schroers. A fully progressive approach to single-image super-resolution. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*, pages 864–873, 2018.
- [4] Christian Ledig, Lucas Theis, Ferenc Huszar, Jose Caballero, Andrew Cunningham, Alejandro Acosta, Andrew Aitken, Alykhan Tejani, Johannes Totz, Zehan Wang, and Wenzhe Shi. Photo-realistic single image super-resolution using a generative adversarial network. arXiv:1609.04802, 2016.