

A Novel Fast Single Image Dehazing Algorithm Based on Artificial Multiexposure Image Fusion

蕭晉杰

數據科學碩士學位學程

2023.11.03

主要步驟：

1. 對原始有霧圖像(I)做 gamma correct $I = (I)^r, r = 1.0, 1.2, 2.0, 4.0, 8.0$

2. 對上述5張圖 轉灰階當作圖像的亮度/強度(L_k)，並使用引導濾波得到base層 $B_k = G_{r,\epsilon}(L_k, L_k)$

r : 濾波器半徑，文章給7，我用12
 ϵ : 控制模糊度，手動選擇0.25
 括號內為輸入圖、引導圖

3. 用gamma correct圖(I_k)減去base層(B_k)得到detail層(D_k) $D_k = I_k - B_k$

4. 對detail層設計權重，並歸一化 $W_k^D(\varphi(x, y), \sigma) = \exp\left(-\frac{(\varphi_k^D(x, y) - 0.5)^2}{2\sigma_D^2}\right)$

φ_k^D : 將亮度分量 L_k 套用 7×7 的均值濾波器
 σ_D : 文章給 0.12

5. 對base層設計權重，並歸一化 $W_k^B(x, y) = \exp\left(-\frac{(B_k(x, y) - 0.5)^2 + \alpha(\bar{L}_k - 0.5)^2}{2\sigma_B^2}\right)$

\bar{L}_k : 平均亮度
 α : 文章給 6.25
 σ_B : 文章給 0.5

6. 融合 $F = \sum_{k=1}^K W_k^B B_k + \beta \sum_{k=1}^K W_k^D D_k$

F : 尚未飽和度調整的融合去霧結果
 β : 文章給 1.1

7. 飽和度調整：

在HSV空間中取得飽和度(S) & 亮度(V)，計算融合圖像(F)和有霧圖像(I)的亮度飽和度之差， ω_F 和 ω_I

$$\omega_F = \sum_{i=1, j=1}^{m, n} (v_{ij}^F - s_{ij}^F), \quad \text{if } v_{ij}^F - s_{ij}^F > 0.3$$

v_{ij}^F ：融合圖像 F 中像素 (i, j) 的亮度
 s_{ij}^F ：融合圖像 F 中像素 (i, j) 的飽和度

$$\omega_I = \sum_{i=1, j=1}^{m, n} (v_{ij}^I - s_{ij}^I), \quad \text{if } v_{ij}^I - s_{ij}^I > 0.3$$

v_{ij}^I ：模糊圖像 I 中像素 (i, j) 的亮度
 s_{ij}^I ：模糊圖像 I 中像素 (i, j) 的飽和度

0.3 文章說是CAP顏色衰減先驗模型指定的經驗值，是 CAP 的線性模型中指定的經驗值
此處用於飽和度調整

τ_s 設計用於飽和度調整：

$$\tau_s = \left(V_F - \frac{\omega_F}{\omega_I} (V_I - S_I) \right) / S_F$$

$$V_F = \sum_{i=1, j=1}^{m, n} v_{ij}^F, \quad V_I = \sum_{i=1, j=1}^{m, n} v_{ij}^I$$
$$S_F = \sum_{i=1, j=1}^{m, n} s_{ij}^F, \quad S_I = \sum_{i=1, j=1}^{m, n} s_{ij}^I$$

當 $\tau_s \leq 1$ ，不需要調整飽和度， $S_H = S_F$
 S_H 為飽和度調整後的結果

當 $\tau_s > 1$ ，需要調整飽和度， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

飽和度調整後得到最終的去霧圖像 H

$$\tau_s = 0.915951364621452$$

不需要調整， $S_H = S_F$

原圖



α : 文章給 6.25 這邊用 1.0

β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

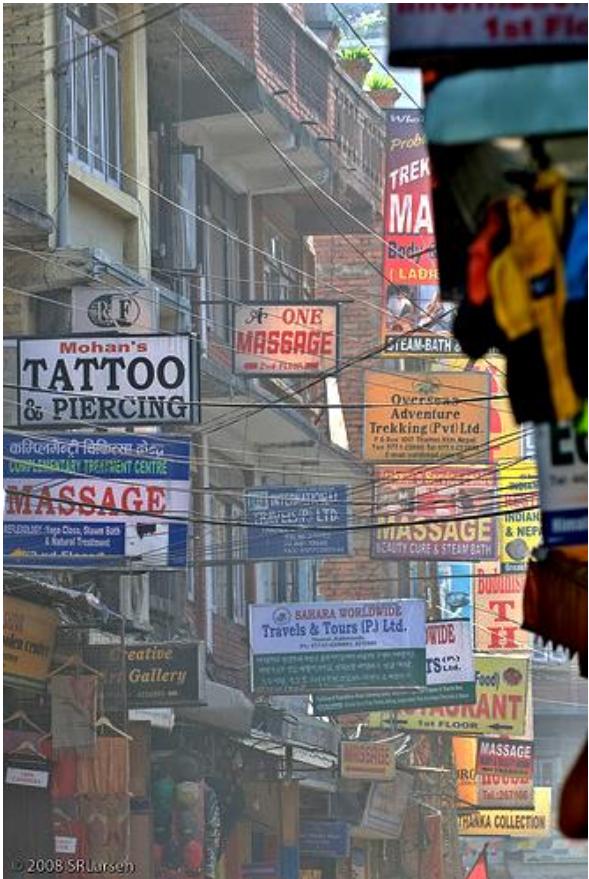
$$\tau_s = 1.0503717286246088$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

原圖



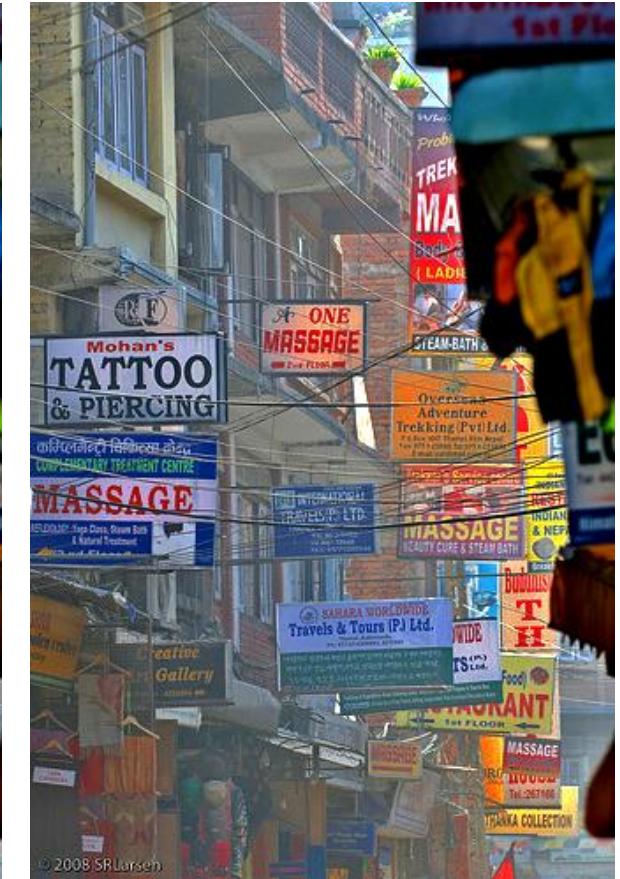
F



H



手動 $\tau_s = 1.5$



$$\tau_s = 0.760671208911946$$

不需要調整， $S_H = S_F$

原圖



F

H

α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$\tau_s = 0.5505142766295529$
不需要調整， $S_H = S_F$

原圖



F



H



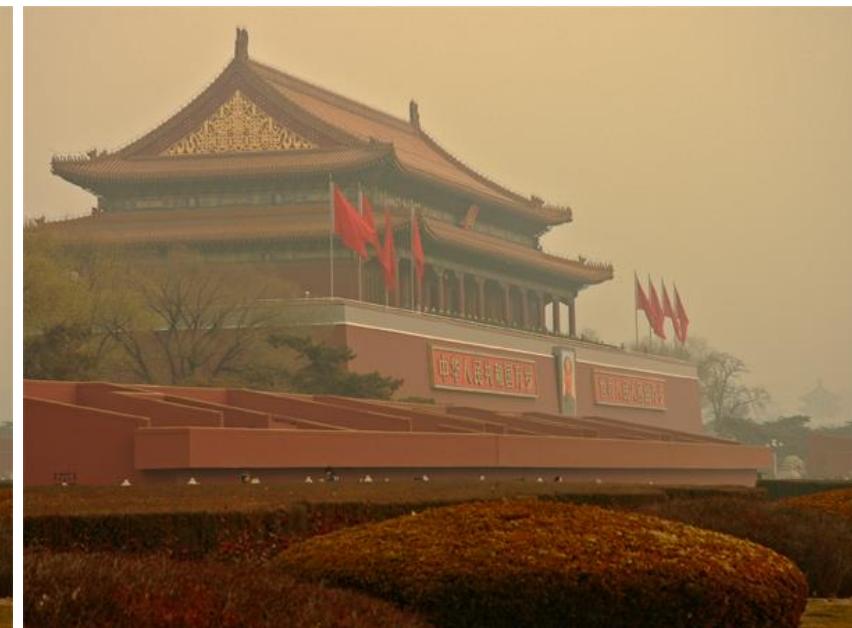
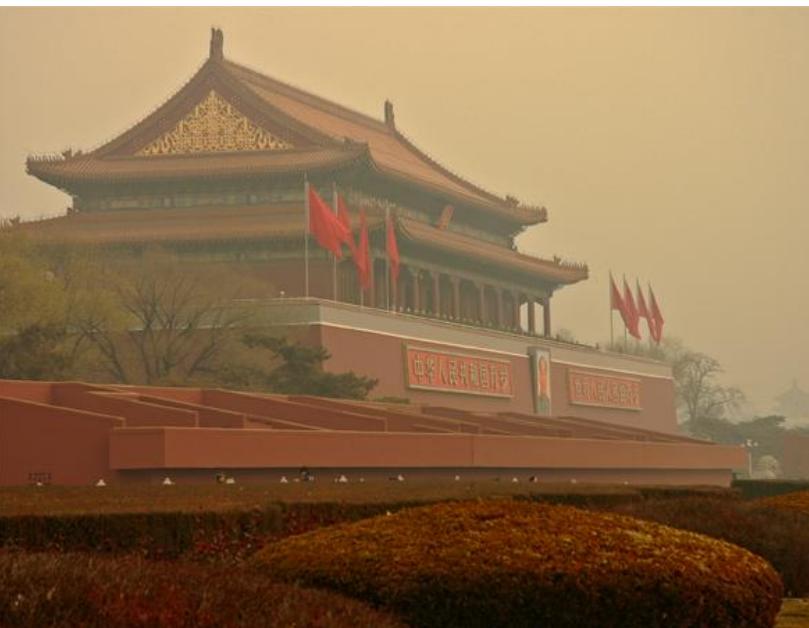
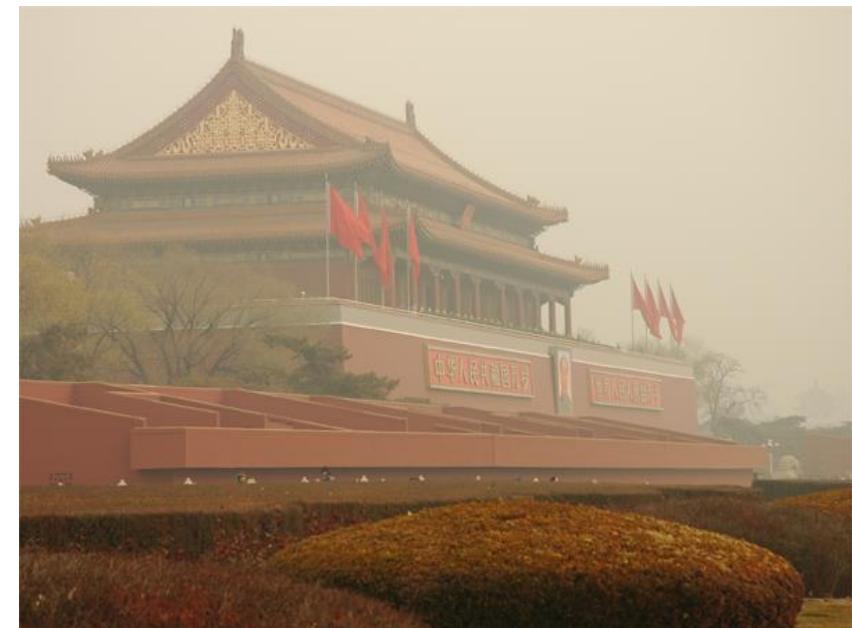
手動 $\tau_s = 1.5$



$$\tau_s = 0.7782742415237431$$

不需要調整， $S_H = S_F$

原圖



α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$\tau_s = 0.7240829037631151$
不需要調整， $S_H = S_F$

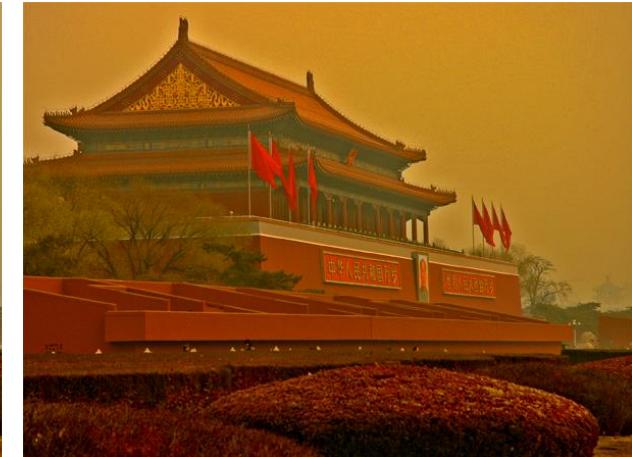
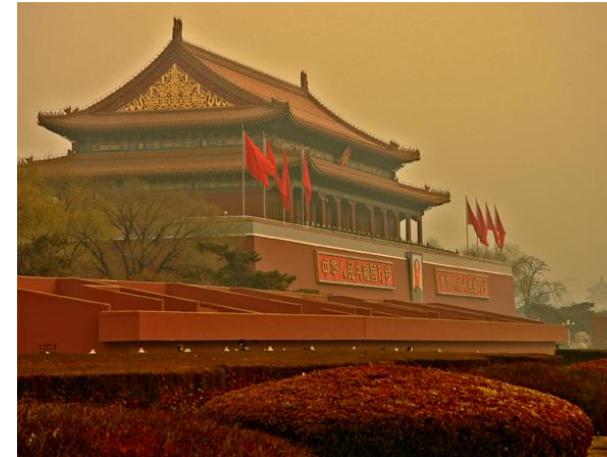
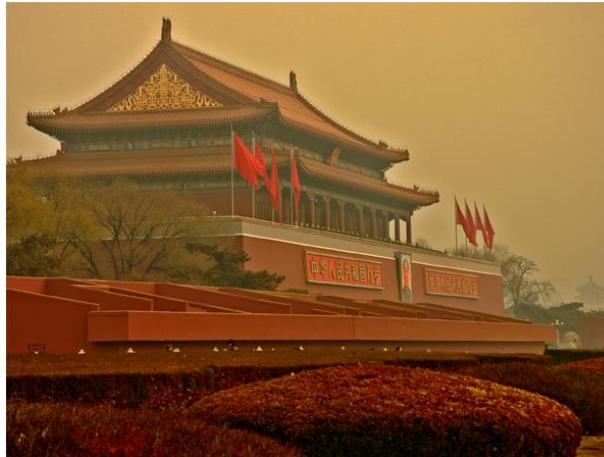
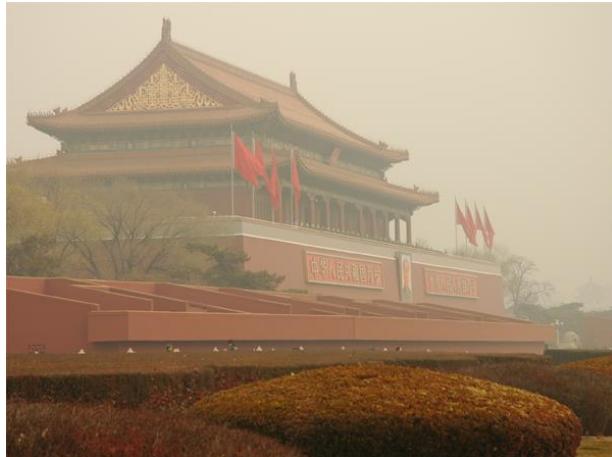
變黃了

原圖

F

H

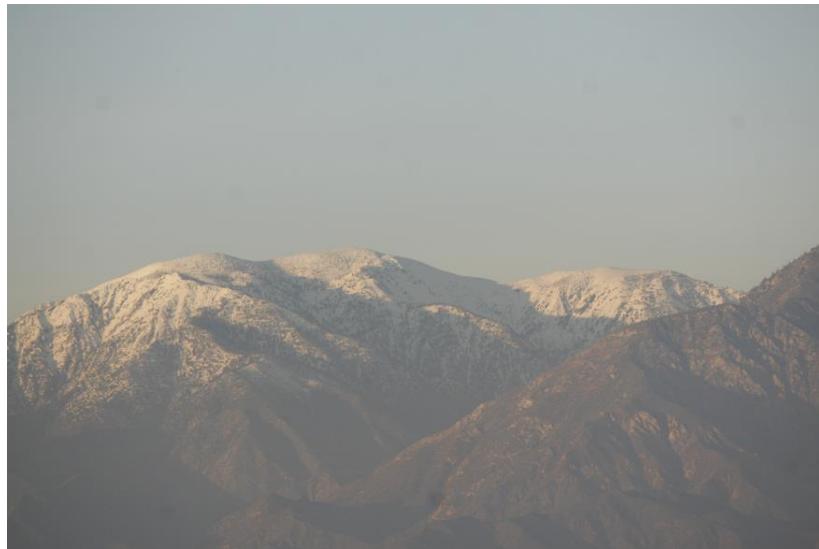
手動 $\tau_s = 1.5$



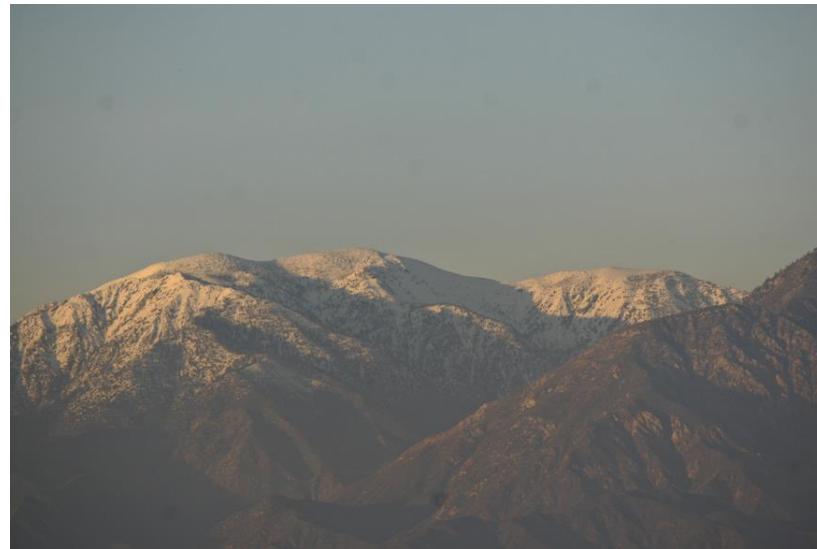
$$\tau_s = 1.9762374058603596$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

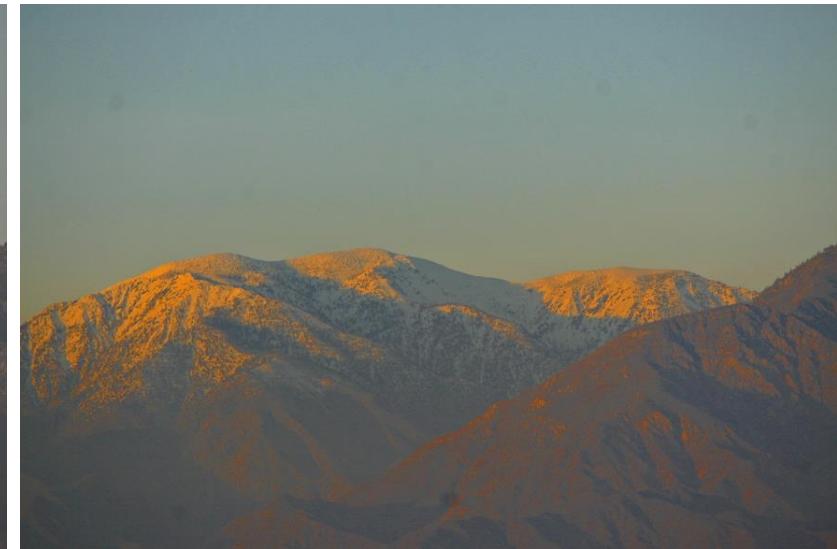
原圖



F



H



α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$$\tau_s = 1.6298094763840418$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

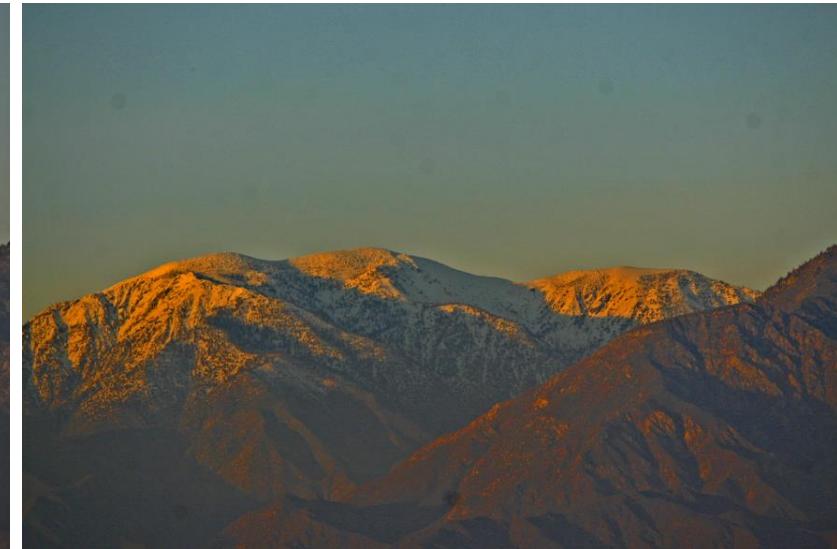
這圖 τ_s 就不手動調成 1.5，因為已經自動判斷 $\tau_s = 1.6$

變黃了

原圖

F

H



$$\tau_s = 1.2731227880287128$$

$$\text{需要調整}, S_H = \tau_s \cdot S_F$$

原圖



F

H

α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$$\tau_s = 1.054372153067885$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

對比度太強

原圖



F



H



手動 $\tau_s = 1.5$

$$\tau_s = 1.599252574399153$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

原圖



F

H

α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$$\tau_s = 1.3934163141656568$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

車頭燈對比度太強

原圖

F

H

手動 $\tau_s = 1.5$



$$\tau_s = 1.5403795857115807$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

原圖



α : 文章給 6.25 這邊用 1.0

β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$$\tau_s = 1.5109860791516303$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

效果不佳

這圖 τ_s 就不手動調成 1.5，因為已經自動判斷 $\tau_s = 1.5$

原圖



F



H



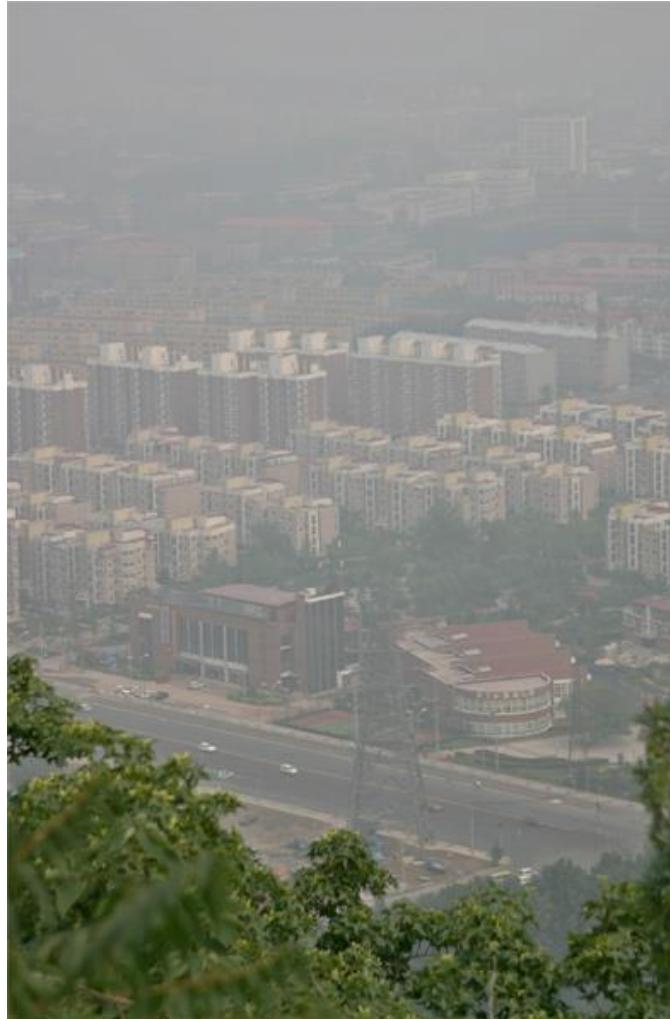
$$\tau_s = 0.6059749297035394$$

不需要調整， $S_H = S_F$

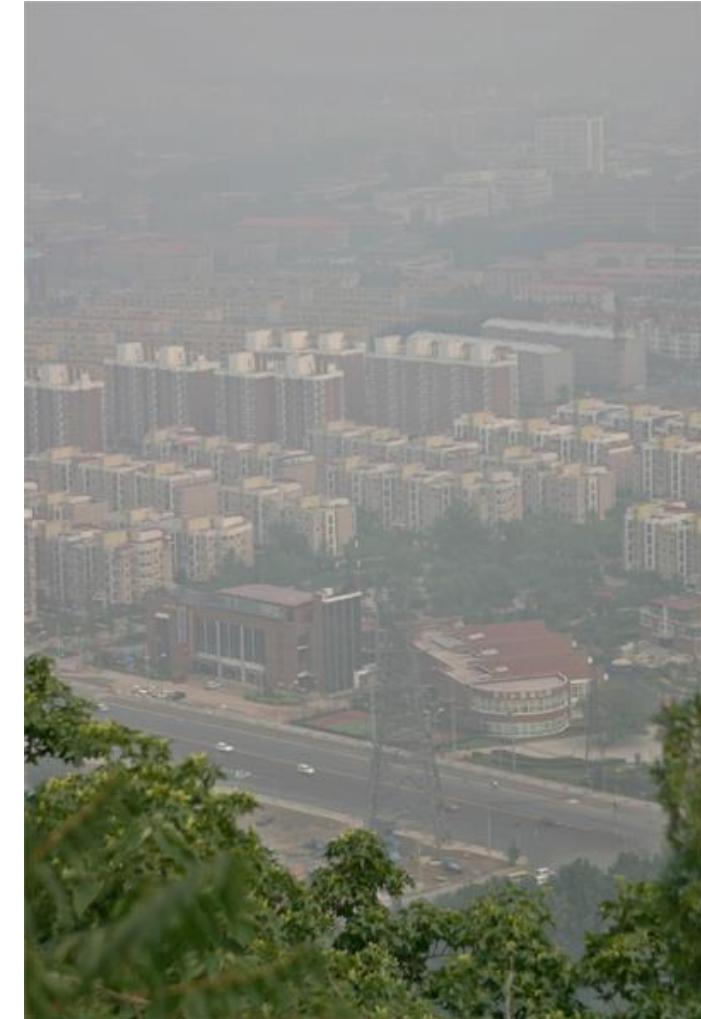
原圖



F



H



α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$\tau_s = 0.5229275390353268$
不需要調整， $S_H = S_F$

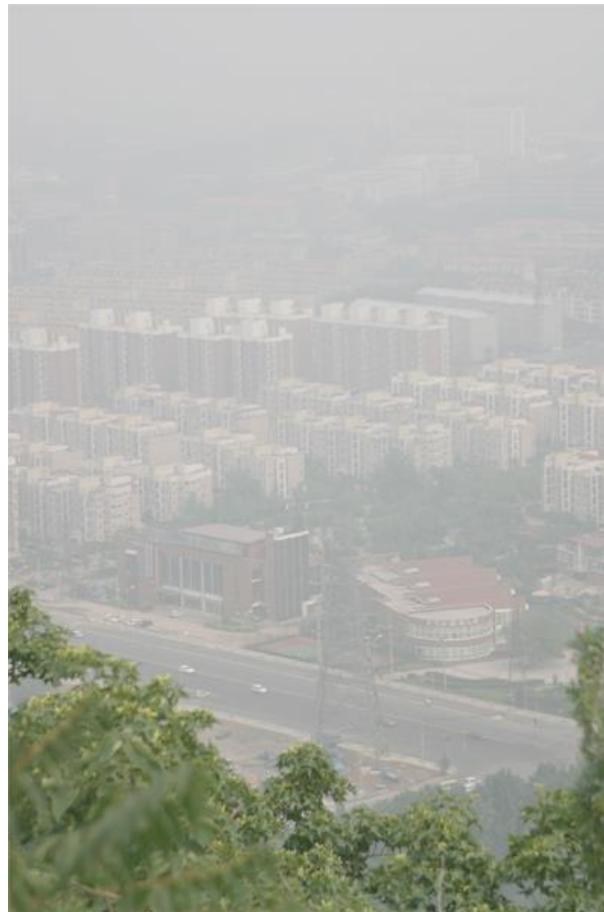
效果不佳

原圖

F

H

手動 $\tau_s = 1.5$



$$\tau_s = 1.0854465116265535$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

原圖

F



H



$$\tau_s = 0.7889178957973985$$

不需要調整， $S_H = S_F$

原圖



F



H



手動
 $\tau_s = 1.5$

對比度太強

$$\tau_s = 0.8250845037226868$$

不需要調整， $S_H = S_F$

原圖



F



H

α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$\tau_s = 0.5160030716481688$
不需要調整， $S_H = S_F$

對比度太強

原圖

F

H

手動 $\tau_s = 1.5$



$$\tau_s = 1.0267923533836611$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

原圖



F



H

α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$\tau_s = 0.7928240377761888$
不需要調整， $S_H = S_F$

對比度太強

原圖



F



H



手動 $\tau_s = 1.5$



$$\tau_s = 1.6063502948684025$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

原圖



F



H



α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$$\tau_s = 1.5633942781671497$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

效果不佳

這圖 τ_s 就不手動調成 1.5，因為已經自動判斷 $\tau_s = 1.5$

原圖



$$\tau_s = 0.756865273376298$$

不需要調整， $S_H = S_F$

原圖



F

H

α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$\tau_s = 0.4874541556436367$
不需要調整， $S_H = S_F$

對比度太強，
偏黃

原圖

F

H

手動 $\tau_s = 1.5$



$$\tau_s = 0.82805524717393$$

不需要調整， $S_H = S_F$

原圖



F

H

α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$\tau_s = 0.7295809640427952$
不需要調整， $S_H = S_F$

對比度太強

原圖



F



H



手動 $\tau_s = 1.5$



$$\tau_s = 1.2031107490308863$$

需要調整， $S_H = \tau_s \cdot S_F$

原圖



F

H

α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$\tau_s = 0.7024039553306108$
不需要調整， $S_H = S_F$

效果不佳

原圖



F



H



手動 $\tau_s = 1.5$



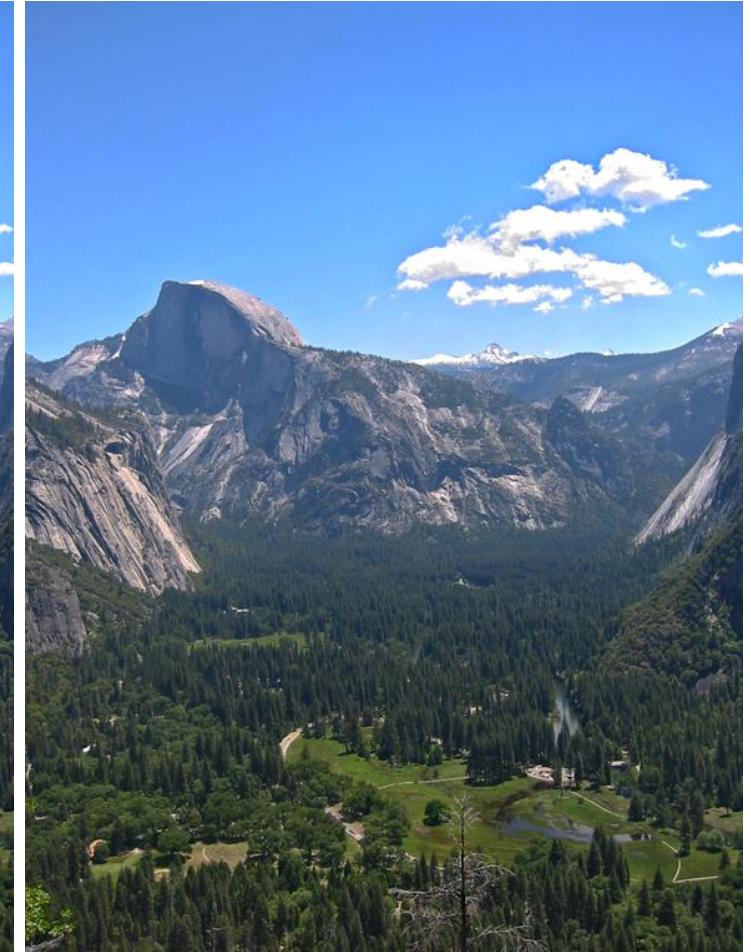
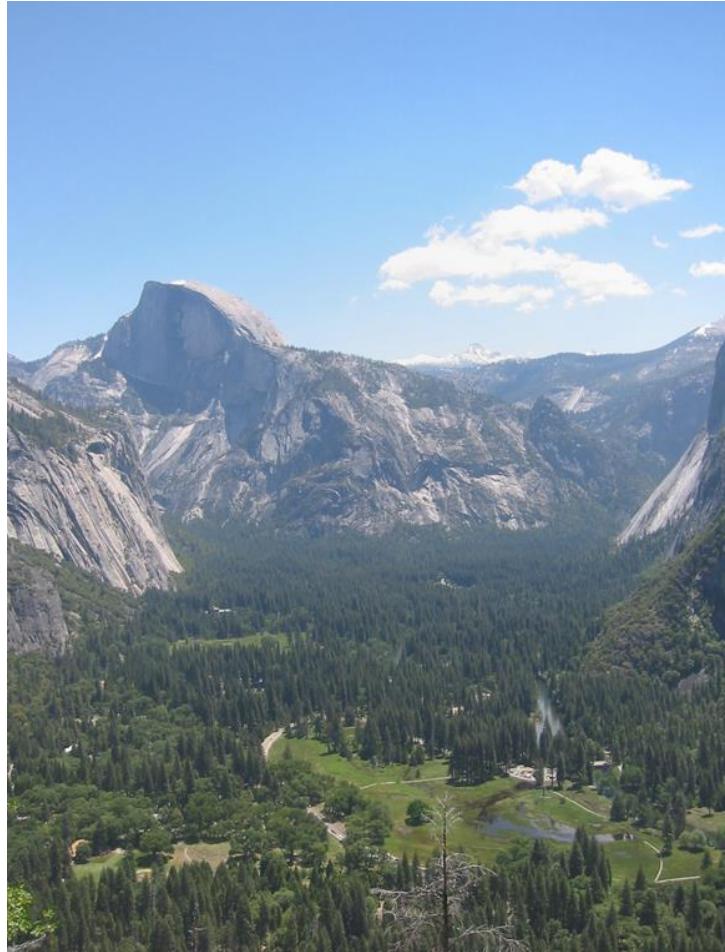
$$\tau_s = 0.8991739166119552$$

不需要調整， $S_H = S_F$

原圖

F

H



α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$\tau_s = 0.7926991405642114$
不需要調整， $S_H = S_F$

對比度太強

原圖

F

H

手動 $\tau_s = 1.5$



$$\tau_s = 0.9439092192692813$$

不需要調整， $S_H = S_F$

原圖



1

α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$\tau_s = 0.82707514056588$
不需要調整， $S_H = S_F$

對比度太強

原圖

F

H

手動 $\tau_s = 1.5$



$$\tau_s = 0.8932372276106445$$

不需要調整， $S_H = S_F$

原圖



α : 文章給 6.25 這邊用 1.0
 β : 文章給 1.1 這邊用 1.6

$\tau_s = 0.4715957965094241$
不需要調整， $S_H = S_F$

太暗

原圖

F

H

手動 $\tau_s = 1.5$



