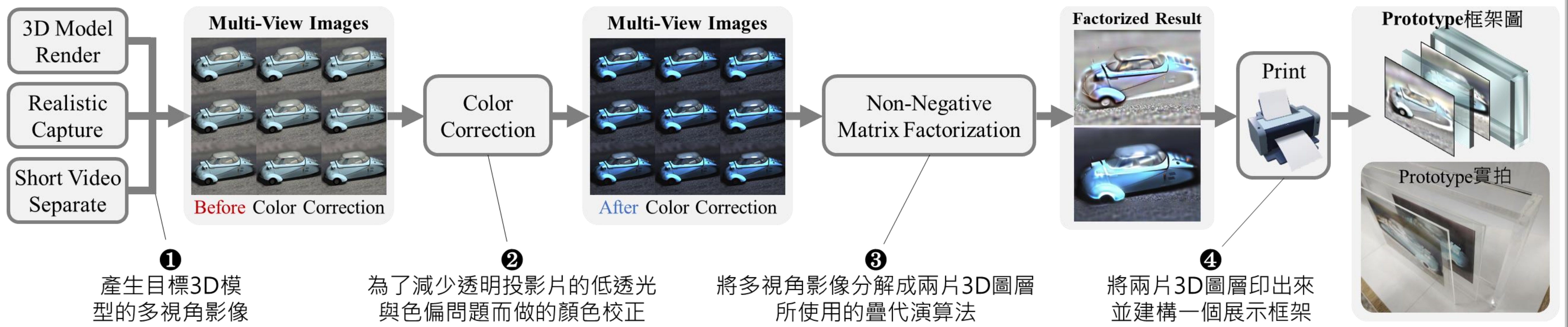


# 電機資訊學院 2020 實作專題競賽 BRAIN PLUS HAND

## 雙層裸視3D投影片 Dual-Layer 3D Slides

隊伍編號：EECS01 組長：翁笠群 組員：徐品傑、莫子威

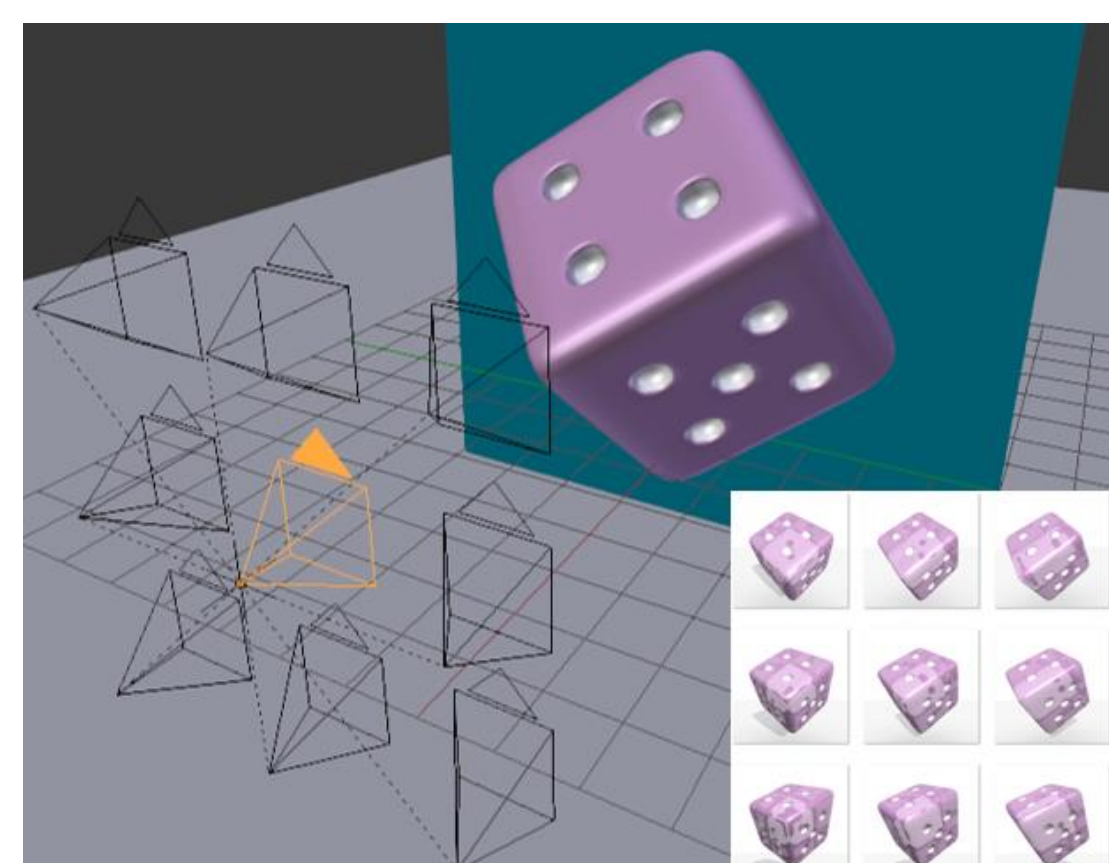
雙層裸視3D投影片主要採用了兩層可印刷式的透明投影片來實現。主要實作流程如下圖，共分四個步驟：



### Light Field Factorization

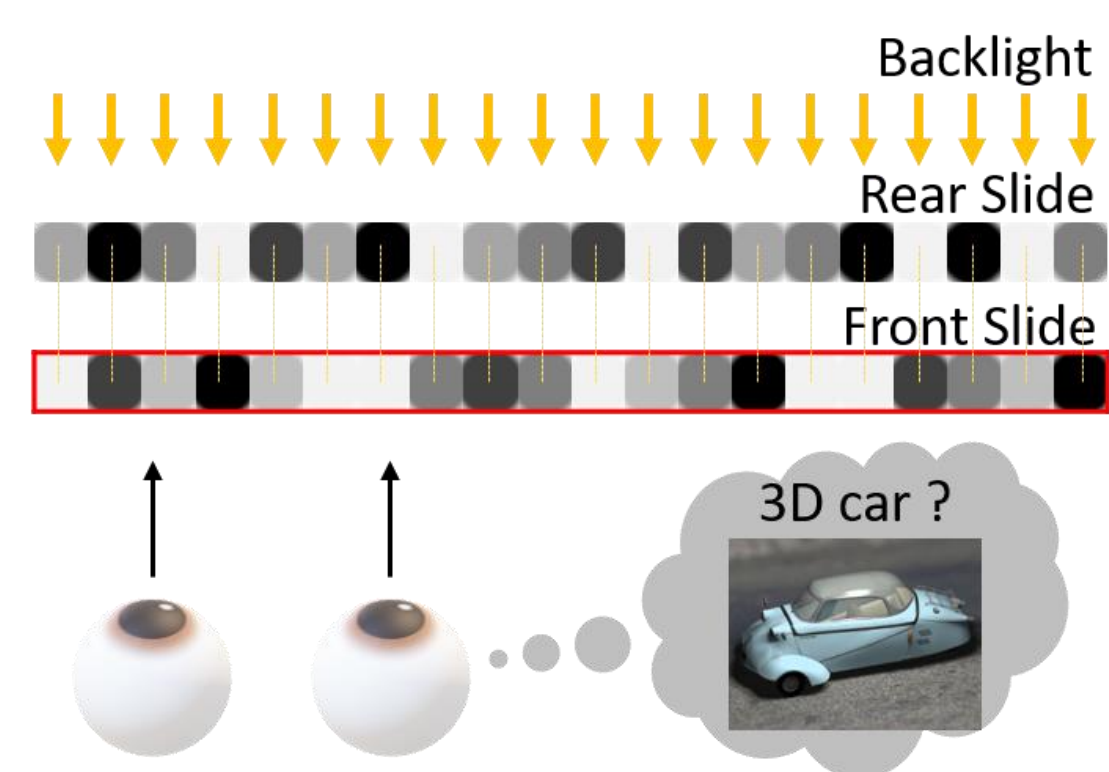
#### Multi-View Images

多視角影像顧名思義就是一組由不同視角所看到的多張影像所組成，而我們可以從雙層投影片上的不同角度看到不同視角的影像，藉此達到3D效果。



#### Content-Adaptive Parallax Barrier

不同視角顯示不同畫面的最簡單原理即為光柵，但有別於傳統的二值化光柵，我們讓前後兩層投影片的颜色深度可以隨畫面內容調整，藉此提高透光度與解析度。



#### Non-Negative Matrix Factorization

令L為多視角影像，而F與G分別為前後兩層投影片的颜色深度，則我們想要使F與G相疊之後的畫面趨近於L，表示成數學式如下：

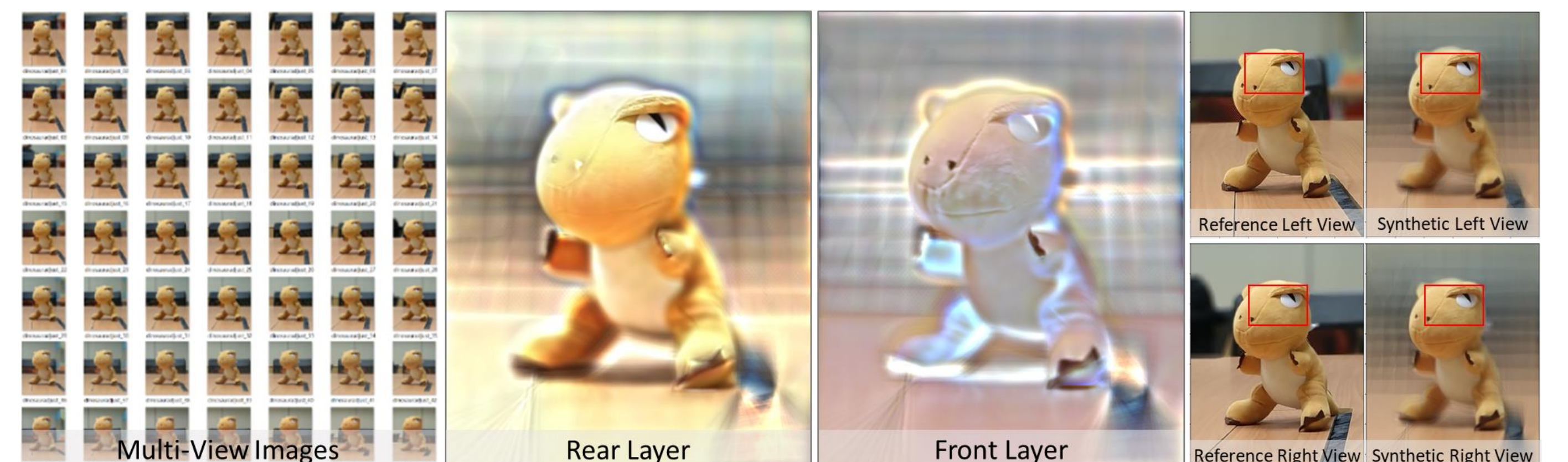
$$\arg \min_{F,G} \frac{1}{2} \|L - FG\|^2, \text{ for } F, G \geq 0$$

則可利用“非負矩陣分解”這個疊代演算法分別計算出F與G的值

$$F \leftarrow F \cdot \frac{LG^T}{[(FG)G^T]} \quad G \leftarrow G \cdot \frac{F^T L}{[F^T (FG)]}$$

這就是我們產生兩片3D圖層的演算法。

### Factorized Results



使用7x7, ±5° 的多視角影像可以讓恐龍臉部(紅處框)有31.5db以上的還原品質，雖然背景糊掉了，但是使用這種僅有兩層投影片來近似的方式，在目標深度範圍內仍有不錯的3D還原效果。

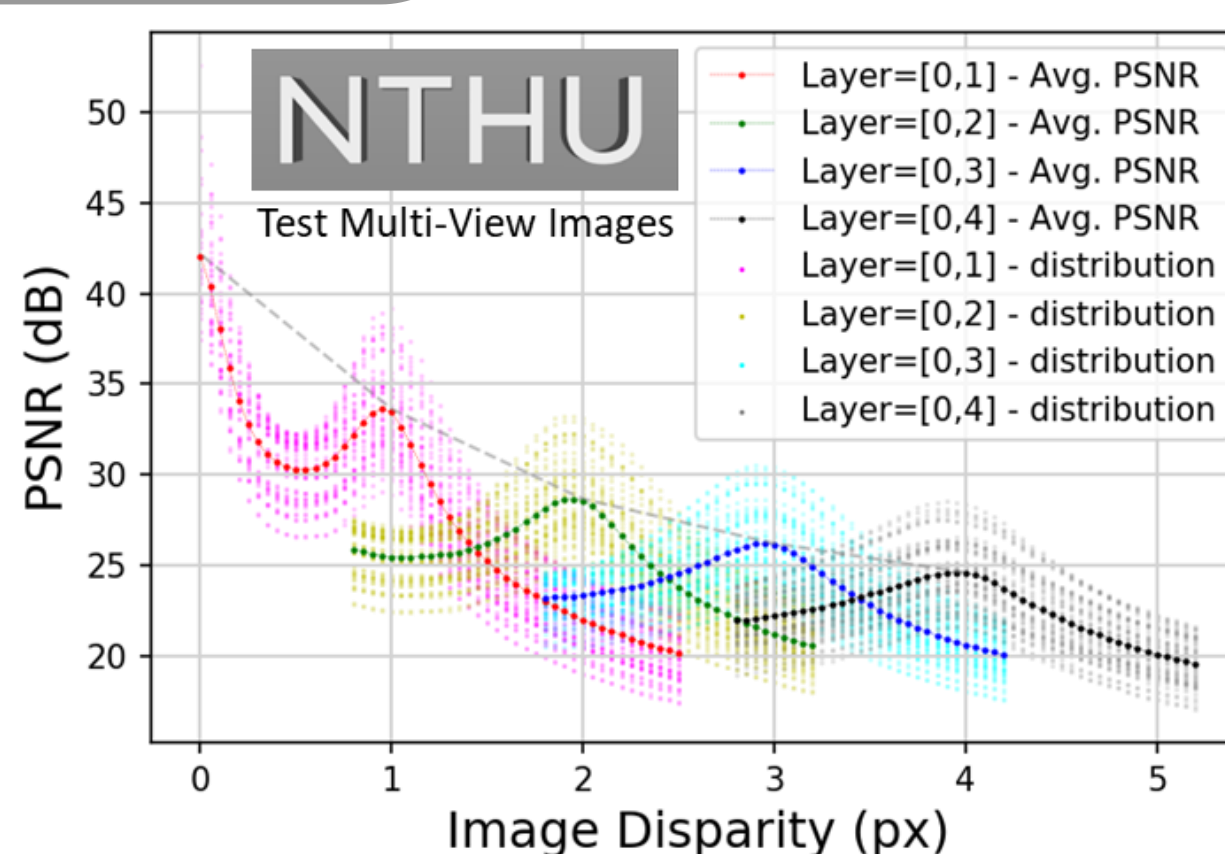


這兩組只有做水平方向的多視角視圖，所以會有水平方向上的颜色紋路。左邊這組結果凸顯了女生轉頭的移動效果，而右邊的耶穌圖做到了颜色與光影的轉換，顯示了這種應用不只侷限於多視角的3D立體畫面，而是可以做到物體移動與光影變化的效果。

### Quality Evaluation

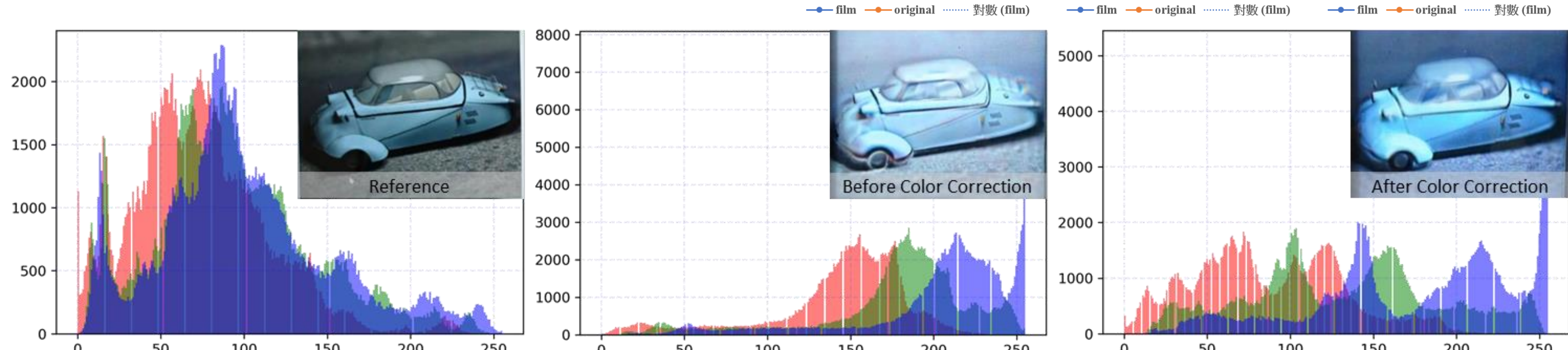
#### Reconstruction Limitation

從實驗結果可以發現，雙層式投影片無法完美重建所有深度的影像，僅能完美重建其中兩層深度上的內容，而遠離這兩層深度的影像品質會隨距離遞減。



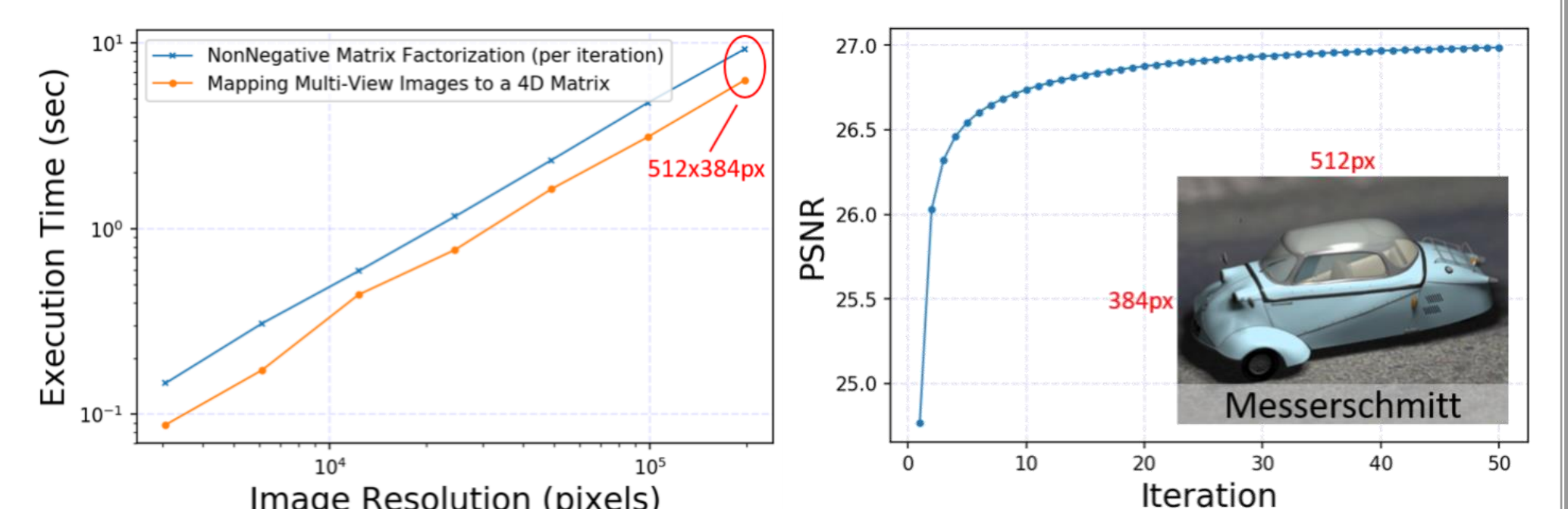
#### Color Correction

我們分別量測RGB三色印在投影片上的實際颜色，並利用此曲線來反向調整影印前的圖片颜色深度，藉此改善影印在投影片上的圖片色彩飽和度與對比度。



### Execution Time

NMF演算法的時間複雜度會隨影像解析度線性增加，但幸運的是這個演算法的收斂速度很快，通常疊代約30次左右就可以得到不錯的近似結果(約50次以上即達到收斂的結果)。



### Contribution

- 我們提出三種產生多視角影像的方式，並經由實驗分析來總結如何挑選合適的影像深度範圍，以凸顯目標物體的立體效果。
- 為了改善投影片的低透光問題，我們根據影印出的颜色深度做反校正，使列印出的圖片有更好的颜色飽和度與對比度。
- 我們在3D圖層周圍設計座標點，使對齊的方式更加順利。同時也整理了一套方程式，便於計算兩層投影片的最適間距。
- 於實驗結果中，我們證明了這個雙層式投影片不只可以支援3D立體效果，還可以做到物體移動與光影變化的效果。