

**ICG 2020 Spring**

**Are We Attracted to People Who Look Like Us?**

**A Small Experiment with 2D Face Image Metamorphosis**

電機三 張恆瑞 B06901020

電機三 林瑩昇 B06901153



# **Table of Contents**

<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Motivation</b>	<b>3</b>
<b>Experiment Design</b>	<b>3</b>
<b>Face Image Morphing</b>	<b>4</b>
<b>Experiment</b>	<b>6</b>
<b>Discussion</b>	<b>7</b>
<b>Reference</b>	<b>8</b>

# Abstract

曾有學者提出「人會被與自己長相相似的人所吸引」，我們好奇這個理論是否為真。於是在這個專題報告裡，我們利用了人臉image morphing的技術來做心理測驗。我們分析了實驗結果，也探討了性別間的差距與造成偏差的原因，最後證實了這項理論。

## Motivation

之前看到有電視節目在探討這個「人會被與自己長相相似的人所吸引」的問題，大二的時候修普通心理學時也有聽到相關的研究。我們上網查了許多心理學相關議題的文章與論文，發現很多都是用photoshop等編輯軟體來合成新圖片。因此，我們就希望能用程式的方式來做到face image morphing，並自己動手實現與驗證這個心理學實驗。

## Experiment Design

### 實驗步驟

1. 先為受試者拍一張正面照，並符合我們程式可處理的條件，像是沒有眼鏡、沒有鬍子、沒有口紅、瀏海不遮住眉毛、不露牙齒等。
2. 程式會隨機選出4位相同性別，與2位相反性別的明星
3. 5位相同性別的照片會分別與2位相反性別的照片作image morphing
4. 產生出5張合成的照片後，讓受試者依照喜好對5張臉進行排序

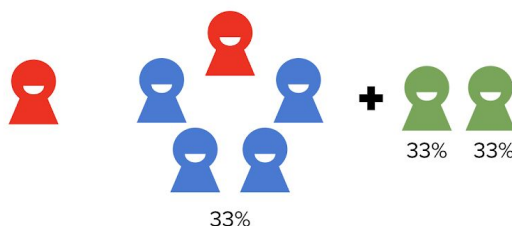
Take a photo  
of the tester

Select random faces

Morphing

Same gender

Opposite gender



Rank the five  
faces in the order  
of *attractiveness*.

### 實驗設計心路歷程

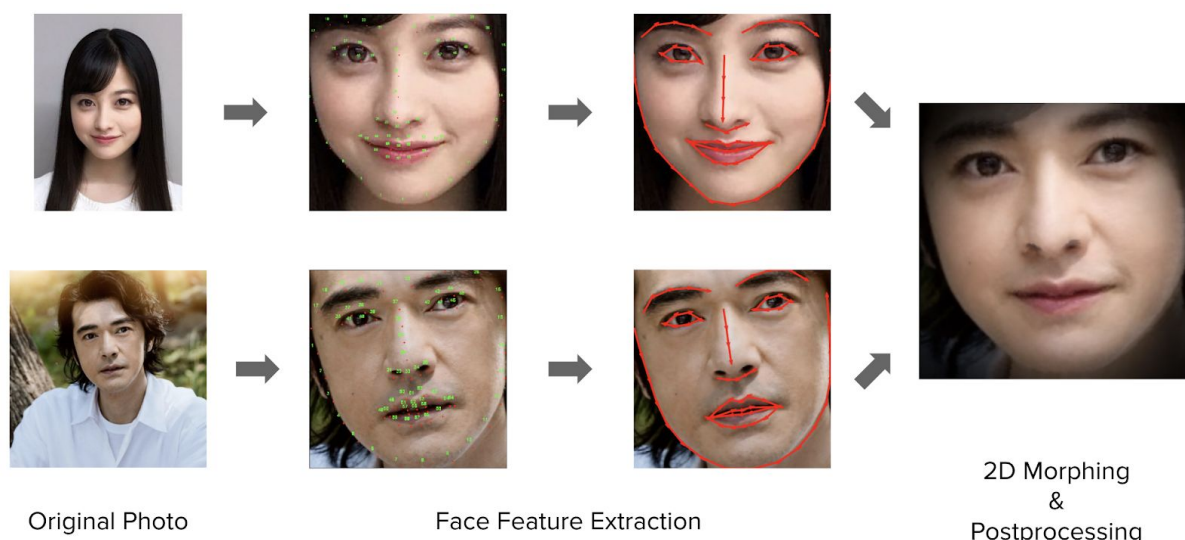
1. 我們上網看了其他人實作face morphing的結果，發現大多數人合成完的圖片在頭髮與背景的部分都會呈現半透明的狀態，看起來會有違和感，因此我們再用opencv抽取人臉的特徵時，就順便把人臉的位置直接裁切出來，這樣morphing出來的圖片就會比較乾淨俐落
2. 原先我們是用一張男性與一張女性作合成，發現這樣會保留太多原先受試者的臉部特徵，受試者一看就會發現是自己，所以後來便改用3張照片作image morphing，而效果確實也比較好

3. 在做實驗的時候，我們一開始是生成三張合成的照片，請受試者挑選一張他最喜歡的臉，但實驗的結果很不理想。我們便去查了一些相關實驗的論文，發現其中一篇是生成五張合成圖片，並讓受試者排序。我們採納這個實驗方式後，實驗結果也就比較成功

## Face Image Morphing

### Face Image Morphing Pipeline

1. 先利用Histogram of Oriented Gradients + Linear SVM object detector來抓出人臉68個特徵點，再將特徵點連成63個vector給image morphing用。
2. 利用2D image morphing演算法把兩張人臉morph到同一張影像上。
3. 用類似2D Butterworth filter的mask讓人臉周圍較暗，有聚焦在臉上的感覺。



### 2D Image Morphing

我們使用了“Feature-based image metamorphosis”這篇paper的方法做image morphing，幾個關鍵原理如下：

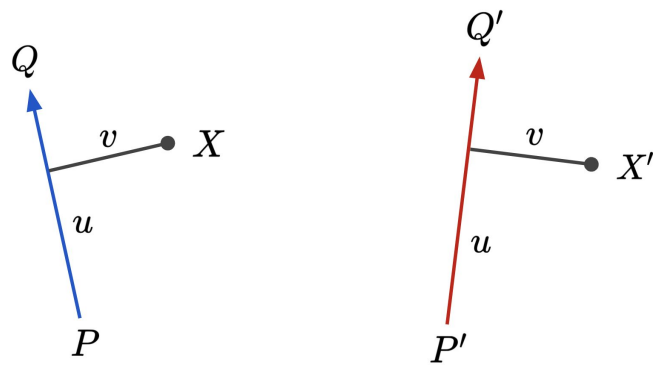
1. 座標點對應關係

影像被變形扭曲是受參考向量所控制，先設定source image (來源影像)有一條向量  $P'Q'$ ，destination image (目標影像)也有一條相對應的向量  $PQ$ 。接著利用這兩條向量把destination image上的每一個pixel  $X$  找到source image上相對應的點  $X'$ 。這樣的對應關係可以由兩個參數  $u$  和  $v$  計算，公式如下：

$$u = \frac{(X - P) \cdot (Q - P)}{\|Q - P\|^2}$$

$$v = \frac{(X - P) \cdot (Q - P)^\perp}{\|Q - P\|}$$

$$X' = P' + u(Q' - P') + v \frac{(Q' - P')^\perp}{\|Q' - P'\|}$$



Destination Image

Source Image

根據兩個向量的相對旋轉、平移、縮放，影像也會跟著旋轉、平移、縮放。

## 2. 多個參考向量做morphing

若有多個向量做為參考，則需對每個向量設一個權重 (weight)，公式如下：

$$weight = \left[ \frac{length^p}{a + dist} \right]^b$$

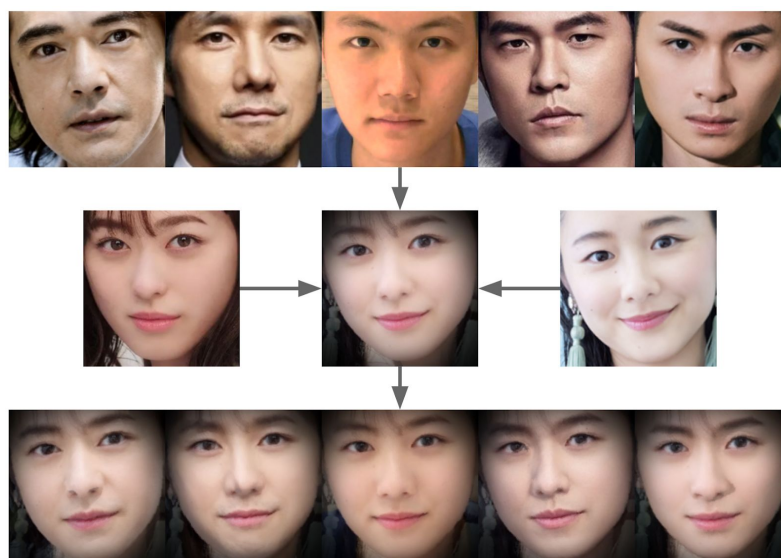
其中 $a$ 、 $b$ 、 $p$ 為可調參數。可以從公式中觀察到，若一個pixel距離某個向量較遠 (dist)，則這個向量對這個pixel的影響力就會比較小。我們也可以發現向量長度愈長影響力愈大。最後我們調整三個參數到 $a=0.01$ 、 $b=2$ 、 $p=0.5$ 效果會最好。

## 3. 兩張人臉的morphing

合成兩張人臉的方法是先將兩張人臉上的參考向量做線性內插 (linear interpolation)，再分別morph到內差的向量的影像上，最後把每對來自兩張人臉的pixel的顏色做線性內插，即可得到兩張人臉的morphing。

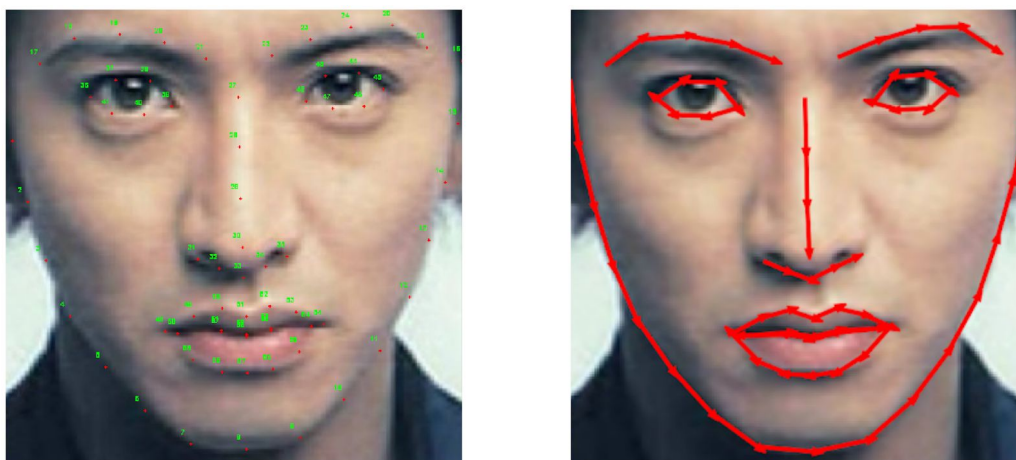
## 4. 三張人臉的morphing

因實驗的需求，我們一次需將三張人臉morph成一張，方法就是先將兩張做一次morphing，合成的臉和內插後的向量再拿來和第三張臉做morphing。用於實驗的合成臉效果如下圖所示：



## Face Feature Extraction

為了做image morphing，我們必須找到兩張人臉的參考向量，也就是五官的輪廓。而參考的paper中，並沒有提到他們人臉輪廓是怎麼抓的，再加上他們提到說他們花了很多時間在做morphing上，所以我們猜想應該是用人工的方式去擷取向量。不過為了實驗需要，必須要有一個更快速的解決方法，所以想到用OpenCV去擷取臉部特徵點，再用這些點組成我們需要的向量。擷取出的特徵點及參考向量如下圖：



## Experiment

我們總共測試了31位受試者，其中16位是男性，15位是女性

結果如下，表格中的rank是受試者給「用自己的臉合成的照片」的名次 (1最好5最差)

	All	Male	Female
Average Rank	2.52	2.27	2.78
STD	1.42	1.22	1.58

由上面的表格我們可以歸納出幾點實驗結果

1. 因為我們總共有5張圖片，如果受試者隨機排序，平均的名次應該是3，而我們做出來的結果是在2.52，可以看出「用自己的臉合成的照片」確實對自己會比較有吸引力。
2. 從上表也可以看出性別上的不同，男性普遍更容易被與自己五官相似的人吸引，而女性這方面則沒有那麼明顯，至於原因我們會在discussion討論。

由實驗數據我們利用t-test來驗證這個心理學假說是否為真，null hypothesis是「受試者不會被與自己長相相似的人吸引」，我們的alternative hypothesis則是「受試者會被與自己長相相似的人吸引」，將數據做paired t-test後得到 $p$  value = 0.0014，也就證實 (corroborate)我們的alternative hypothesis。



# Discussion

## 1. 我們的實驗與一般心理學實驗的優缺點比較？

### (1) 我們的優點：

- A. 我們用的是python自行產生，相比一些論文中用photoshop來做，我們因為每次合成都是無差別性的，所以可以在更短的時間內產生很多受試者data(平均一個受試者10分鐘)，也就是說，用我們的方法更可以做到大規模實驗。
- B. 我們可以將我們的演算法推廣至網頁上，讓受試者自行上傳正面照，在由後端python產生出圖片，讓受試者排序，最後彙整出結果，可以做到幾乎自動化的實驗。

### (2) 我們的缺點：

- A. 這項實驗其實是希望能把五官直接移植到另一張臉上，合成出一張雖然五官相同，但臉型、髮型、膚色、五官的位置可能不同的臉。而用我們的方法產生的五官是三張臉的平均，也就是無法完全複製受試者的五官。
- B. 我們合成出來的臉因為morphing的緣故會有一點模糊，與論文中的圖比較，沒有那麼清晰，可能影響實驗準確度。
- C. 我們是用image morphing的方式，所以如果受試者圖片沒有符合我們的條件(沒有眼鏡、沒有鬍子、沒有口紅、瀏海不遮住眉毛、不露牙齒等)，合成出來的圖片會非常可怕。想比之下，一般論文中用photoshop等軟體可以做到case sensitive，單獨處理。

## 2. 為何女性受試者平均起來與男性受試者比較起來結果不好？

- (1) 因為我們資料庫中的女藝人大部分五官都非常好看，當我們在給女受試者做實驗時，會隨機挑選另外四個女藝人來當對照組，假如女藝人的五官比受試者好看太多，那可能就會有實驗的誤差，可能的解決方式在3(2)有討論。
- (2) 相比之下，我們資料庫中就有比較多一般長相的男明星，這可能也可以說明為何男生的測試結果比較準，畢竟絕大多數人都是一般長相。

## 3. 如何讓實驗更加嚴謹，更能驗證這個心理學議題？

- (1) 實驗所使用的圖片都是名人，年齡分布很廣，但因為年齡的關係，可能會對實驗結果有所偏差。下次可以盡量都找20、30歲的，與我們的實驗目標族群的年齡相近，得到的結果或許會比較好。
- (2) 我們應該要記錄受試者到底是與哪幾位名人合成，如果有某些名人合成出來的臉一直被選到，那我們應該要從我們的資料庫排除那位明星，因為五張合成的臉在正常狀況下，被選重的機率應該要一樣。
- (3) 我們在實驗結束後應該要問受試者是否看得出有某張臉是自己的臉，如果排序時已經認出來，那這個結果就應該捨棄。我們做實驗的時候，有些受試者有說他們看到與自己很像的臉，所以反而故意不選。

## Reference

1. T. Beier and S. Neely, “Feature-based image metamorphosis”, *SIGGRAPH*, 1992
2. B. Laeng, O. Vermeer, U. Sulutvedt, “Is Beauty in the Face of the Beholder?”, *PLOS ONE*, 2013