

國立暨南國際大學資訊工程學系

碩士論文

以材質特徵為基礎的飼主寵物臉部影像變形系統

**A Texture Features Based Facial Image Morphing System of Owners and
Pets**

指導教授：陳履恆 博士

研究生：陳仕傑

中華民國 104 年 7 月

國立暨南國際大學資訊工程學系

碩士論文

以材質特徵為基礎的飼主寵物臉部影像變形系統

**A Texture Features Based Facial Image Morphing System of Owners and
Pets**

指導教授：陳履恆 博士

研究生：陳仕傑

中華民國 104 年 7 月

國立暨南國際大學碩論文考試審定書

_____ 資訊工程 _____ 學系 (研究所)
研究生 _____ 陳仕傑 _____ 所提之論文

A Texture Features Based Facial Image Morphing System of Owners and Pets
以材質特徵為基礎的飼主寵物臉部影像變形系統

經本委員會審查，符合碩學位論文標準。

學位考試委員會

_____ 吳曉文 _____ 委員兼召集人
_____ 蔡子峰 _____ 委員
_____ 陳慶恒 _____ 委員

中華民國 一〇四 年 六 月 二十六 日

致謝

本篇論文能順利完成，首先要感謝我的指導教授 陳履恆教授。在我就讀碩士班研究期間，每當我對於研究迷惘時，老師總是給予許多建議和方向，讓我在遇到瓶頸時能更有信心的面對問題並且把問題解決，而往往遇到挫折心情低落時，老師也不斷的鼓勵我並且花更多時間與我討論遇到的問題。在跟著老師做研究時，我從老師身上也學到許多遇到困難時解決問題的方式，也能在許多次的腦力激盪後解決問題。

感謝實驗室碩二的研究夥伴們，在這兩年大家也一起成長了很多，雖然每個人的研究題目不同，但在我遇到問題時也不吝於提供意見給我，並且能互相督促、打氣。

感謝已經畢業的實驗室的家愷學長、力之學長以及昱瑄學姊，在我研究期間常常遇到問題時都會不厭其煩的分享他們的經驗或者和給我許多建議，使我在做研究時遇到問題能更順利的完成。

感謝我的好朋友，士毅，在這兩年的照顧和幫忙，縱使各自有不同的研究得忙碌，但總是能彼此打氣加油，並且在遇到瓶頸互相討論時總是能一起分析問題，使我能打起精神繼續研究。

最後我要感謝我親愛的家人，你們是我最堅強的後盾，即使因為課業不能常常回去陪伴你們，但不管我遇到什麼困難卻永遠給予我無限的支持，使我能更無後顧之憂的在埔里完成我的學業，完成這篇論文。

論文名稱：以材質特徵為基礎的飼主寵物臉部影像變形系統

校院系：國立暨南國際大學科技學院資訊工程學系

頁數：36

畢業時間：中華民國 104 年 7 月

學位別：碩士

研究生：陳仕傑

指導教授：陳履恆

摘要

隨著資訊通訊技術進步飛快，我們不但可以從網路上得到想要的資訊，而在生活中也充滿著各式各樣的即時通訊軟體和網路社交平台，像是 Facebook、WeChat 以及 LINE。大多數的應用程式或者網路社交平台都需要使用者提供自己大頭貼來當作個人資料，但基於隱私性並不是所有使用者都想要提供自己私人的頭像讓別人能搜尋。

Morphing 是一種由一張圖像通過無縫的轉換變形成另一張圖像的電腦圖學技術，在本次研究中我們設計出方便使用者操作的臉部變形系統，能讓使用者導入自家寵物的頭像並且和自己大頭貼融合、形變產生一張有趣的頭像。本系統在未來不僅能幫助保護個人訊息安全，也能讓用戶能創造出許多獨特有趣的大頭貼。

關鍵詞：臉部變形系統、電腦圖學、圖像變形

Title of Thesis : A Texture Features Based Facial Image Morphing System of Owners and Pets

Name of Institute : Department of Computer Science and Information Engineering,
College of Science and Technology, National Chi Nan University

Pages : 36

Graduation Time : 07/2015

Degree Conferred : Master

Student Name : Shih-Chieh Chen

Advisor Name : Dr.,Lieu-Hen Chen

Abstract

Nowadays, with the rapid advances in information communication technologies , Our life are filled with information from internet, instant messaging software, and social networking applications, such us Facebook, WeChat , LINE ...etc. Most of these applications or websites need users to provide their head shot photograph as important personal information. However, not every user wants to show them real private pictures.

Morphing is a computer graphics technique used to change one image into another through a seamless transition. In this research, we propose to design a user-friendly facial-morphing system for users to produce unique Head shots by using their head shot and pet pictures. Moreover, this system can not only help protecting the personal information security but also enable users to create more interesting images for representing themselves.

Key words : OpenCV 、 Facial-Morphing System 、 Computer Graphics 、 Morphing

目次

第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 論文架構	3
第二章 相關技術	4
2.1 Morphing	4
2.1.1 Mesh warping	5
2.1.2 Field warping	5
2.1.3 Beier&Neely (SIGGRAPH 1992) Feature-Based Image Metamorphosis	6
2.2 Animal special make up	8
2.3 OpenCV	9
2.4 Face Detection	10
第三章 系統架構與實作	11
3.1 動物臉部工具	12
3.1.1 動物臉部工具定位	13
3.2 人物五官工具	14
3.2.1 輔助輪廓	15
3.2.2 輔助輪廓線條確認	15

3.3 Morphing.....	16
3.3.1 Warping Pseudo code.....	17
3.3.2 Morphing Pseudo code.....	17
第四章 成果展示	18
4.1 白老虎與人.....	18
4.2 西伯利亞雪橇犬與人.....	19
4.3 紅浣熊與人.....	20
4.4 豹與人.....	21
4.5 樹獺與人.....	22
4.6 貓與人.....	23
第五章 成果比較	24
5.1 白老虎與不同人物比對.....	24
5.2 西伯利亞雪橇犬與不同人物比對.....	26
5.3 紅浣熊與不同人物比對.....	28
5.4 貓咪與不同人物比對.....	30
第六章 結論與未來展望	32
參考文獻.....	33
網路參考資料.....	33
英文部分.....	34

圖目次

圖 1 Morphing 變化圖	4
圖 2 Morphing 示意圖	4
圖 3 Mesh warping	5
圖 4 Field warping	5
圖 5 Single line-pair PQ to P'Q'	6
圖 6 Multiple lines	7
圖 7 特效化妝	8
圖 8 動物特效化妝重點區域	8
圖 9 OpenCV 簡介圖	9
圖 10 人臉偵測	10
圖 11 系統架構流程	11
圖 12 動物臉部工具	12
圖 13 動物臉部工具移動完畢	13
圖 14 人物脸部工具	14
圖 15 彩色照片灰階化、二值化	15
圖 16 二值化輪廓、原圖輪廓	15
圖 17 實作單一線段比對圖	16
圖 18 實作多線段比對圖	16
圖 19 白老虎與人	18
圖 20 白老虎與人脸部 morphing 成果	18
圖 21 西伯利亞雪橇犬與人	19
圖 22 西伯利亞雪橇犬與人脸部 morphing 成果	19
圖 23 紅浣熊與人	20

圖 24 紅浣熊與人臉部 morphing 成果	20
圖 25 豹與人	21
圖 26 豹與人臉部 morphing 成果	21
圖 27 樹獺與人	22
圖 28 樹獺與人臉部 morphing 成果	22
圖 29 貓與人	23
圖 30 貓與人臉部 morphing 成果	23
圖 31 白老虎與人臉部(2) morphing 成果	24
圖 32 不同人物白老虎 morphing 比較圖	25
圖 33 西伯利亞雪橇犬與人臉部(2) morphing 成果	26
圖 34 不同人物與西伯利亞雪橇犬 morphing 比較圖	27
圖 35 紅浣熊與人物臉部(2)morphing 成果	28
圖 36 不同人物與紅浣熊 morphing 比較圖	29
圖 37 貓咪與人物臉部(2)morphing 成果	30
圖 38 不同人物與貓咪 morphing 比較圖	31

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

在手機應用程式可以發現有諸多有趣的修圖軟體，不管是將人臉修掉惹人厭的痘疤、將眼睛修成嫵媚動人的鳳眼，更可以將原本的照片調整光源讓自己的臉看起來更亮更有元氣。

除了目前基本的照片修圖軟體之外，這幾年有許多軟體提供使用者選擇自己的照片，並且讓照片依照軟體提供的圖庫變成卡通臉、動物臉或者是將自己的照片賦予各種古怪有趣的表情，只是大多數的軟體是讓使用者將自己的照片與軟體圖庫的圖像做簡單的合成而已，即使使用者人臉胖瘦不一，結果所產的特徵效果卻不會依照不一樣的臉形變化，而且使用者提供的大頭貼特徵也因為合成被蓋過去。因此，我們想開發一種有別於合成效果的影像處理系統，不僅可以保留使用者的原有輪廓特徵之外，在與寵物的照片 Morphing 同時也可以依照臉型不同有獨特的皮膚紋路。

1.2 研究目的

在搜索關於電影後製特效的過程中，我們發現許多用到電腦圖學中形變的技巧，像是人物轉換變形成動物，再由動物轉換回人類諸如此類的變化，因此我們對於能讓兩種不同的物種卻能在電影中流暢的變化方式感到有興趣，因此本研究主要目的是設計出能結合兩張圖片特徵的影像處理系統，能簡單的讓使用者輸入自己的大頭貼和寵物的大頭貼之後，最後產生富有動物皮毛紋理特徵的人像大頭貼。

我們先透過紋理切割的技術以及特殊化妝中 blending 的技巧，從動物和使用者的五官作為定位並且標示出特徵紋理的區塊，進一步將動物臉上毛髮特徵做紋理切割且對應到人臉相同五官的位置上面，讓這系統像化妝一樣能讓使用者臉上畫上動物的毛髮紋路。

在 Morphing 的過程中，我們透過 warping 將兩張圖片做形狀的改變的特性以及 cross-dissolving 能將兩張不同大頭貼 warp 後的圖顏色內插，最後產生一張不但保有使用者五官輪廓，並且含有動物皮毛紋理特徵有趣且獨特的大頭貼。

1.3 論文架構

本論文共分為六個章節，茲分述如下：

第一章 緒論，主要說明研究背景、動機、目的及論文架構。

第二章 相關技術，主要探討 Morphing、Animal special make up、OpenCV、Face Detection 等相關理論基礎。

第三章 系統架構及實作，說明系統流程、系統實作設計。

第四章 成果展示，將介紹及展示目前的成果。

第五章 成果比較，我們將成果與不同人物對照並且做比較。

第六章 結論與未來展望，說明系統的應用性以及未來的發展。

第二章 相關技術

2.1 Morphing



圖 1 Morphing 變化圖

Morphing 為在電影視覺特效中常見的電腦圖學技術，是由一張圖像通過無縫的轉變並且流暢地變成另一張圖像的視覺效果，最常見的應用是由一張人臉影像變化到另一張人臉影像。Morphing 的做法在圖形轉換的過程中會有依照時間變化做線性的顏色內插(cross-dissolving)，並且為了避免產生鬼影現象，所以在做顏色的內插前必須先做 warp，也就是讓兩張影像做彎曲、拉長或者壓縮使其形狀做改變。



圖 2 Morphing 示意圖

2.1.1 Mesh warping

Mesh warping 的方法就是利用網格的方式將 source image 以及 destination image 兩張圖片分成細小的方格，並且兩張圖切分出來的方格數目必須是等量的，而在 source image 以及 destination image 各別的方格上的控制點必須也是相同大小的二維數值，並且中間會經過兩次的 warping，以這樣的方式將兩張圖的方格互相對應並且完成動作。



圖 3 Mesh warping

2.1.2 Field warping

Field warping 的方法主要是以線條為主軸，不同於 mesh warping 的地方在於在 source image 以及 destination image 兩張圖上是以對應的線條判斷要 warp 的部分，再以 Beier & Neely 演算法求出兩圖片內每條線段對應的 pixel 值，Destination Image 上的 pixel 值便是取自於 Source Image 對應的 pixel 值。

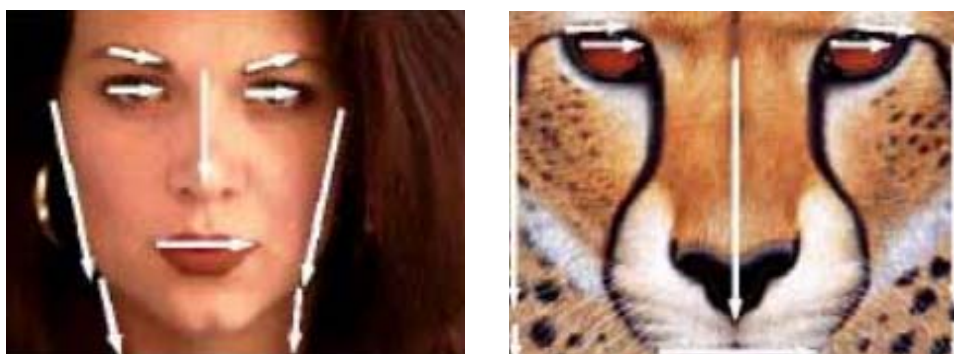


圖 4 Field warping

2.1.3 Beier&Neely (SIGGRAPH 1992) Feature-Based Image Metamorphosis

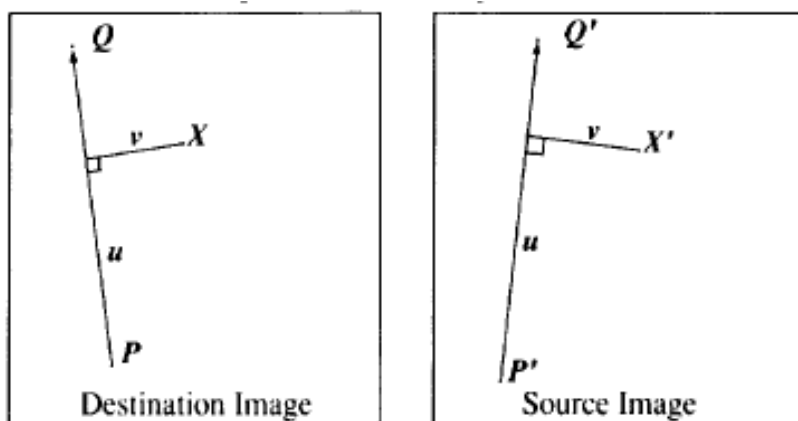


圖 5 Single line-pair PQ to P'Q'

此演算法主要是從 Source Image 由線段 Q'P' 延伸的 X' 取出 pixel 值並且填到對應在 Destination Image 上的 X。首先找出相對應的 u (X 投影到線段 PQ 上的位置) 和 v (X 到線段的垂直距離)，透過公式利用 u 和 v 去得到 source image 中的 X'，我們就可將 destination image 中的每個 pixel X 找到對應到 source Image 的某個 pixel X'。公式如下：

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

$$v = \frac{(X - P) \cdot \text{Perpendicular}(Q - P)}{\|Q - P\|}$$

$$X' = P' + u \cdot (Q' - P') + \frac{v \cdot \text{Perpendicular}(Q' - P')}{\|Q' - P'\|}$$

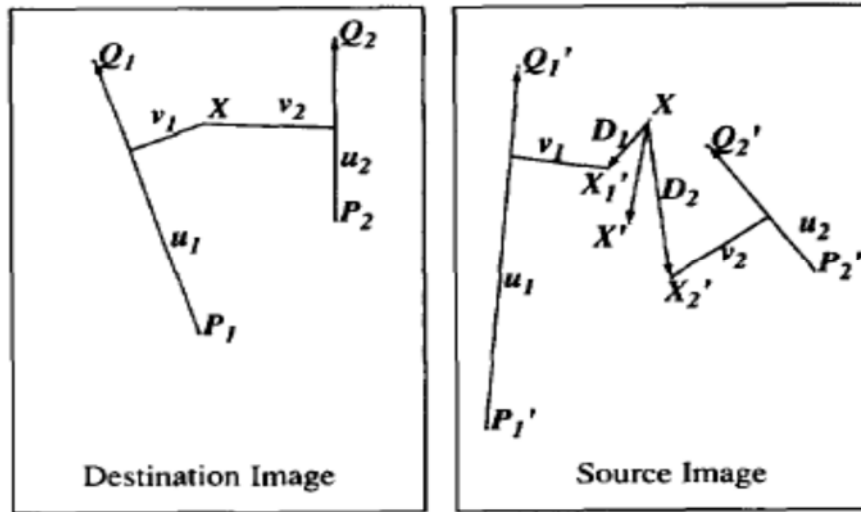


圖 6 Multiple lines

當在multiple line-pair的情況下，每個destination image上的X要找到對每條線段在source image的對應X'，但是因為有多對線段的關係，找出來的對應位置也會不相同，如圖6表示，destination image上的X經由P1Q1得到u, v再透過source image的P1'Q1'找到X1'，之後經由P2Q2與P2'Q2'找到X2'，以此類推，每組都會找到不同的對應位置Xi'，因此我們將每組結果給予權重(weight)，再依據權重就可以找到最後決定位置X'。

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

length 表示 destination image 目前該組線段長度。

dist 表示X到destination image目前該組線段的距離。

a、p、b 為可自行調整的參數。

* 如果b值越小越平滑，但也更容易產生鬼影現象。

2.2 Animal special make up

時下的化妝技巧日漸進步，相較於一般美妝方式，特效化妝以誇張的手法強調出妝容者面部特徵的部位，讓觀看的人覺得彷彿藉由特效化妝就可以讓人變身成為另一種腳色，最常見的電視模仿節目就是以誇張的舞台妝將演員裝扮的跟現實人物幾乎一樣。動物特效化妝方面，在許多作品中可以看到當人在畫上動物妝容時，往往會強調眼睛、鼻子到嘴巴這些區域，而一般舞台劇所看到的貓女，為了使演員面部能更接近貓的模樣，通常以筆刷手繪的方式畫出臉部的明暗紋路，又為了使臉看起來更加立體也會使用噴槍、假鼻子或者假皮，最後完成我們在電視或者電影上看到嫵媚動人的貓女。



圖 7 特效化妝



圖 8 動物特效化妝重點區域

2.3 OpenCV

OpenCV 全稱為 Open Source Computer Vision Library，是一個跨平台的電腦視覺函式庫，可以在 Android 及 IOS 上開發並且援的程式語言有 C/C++、Java 等等。

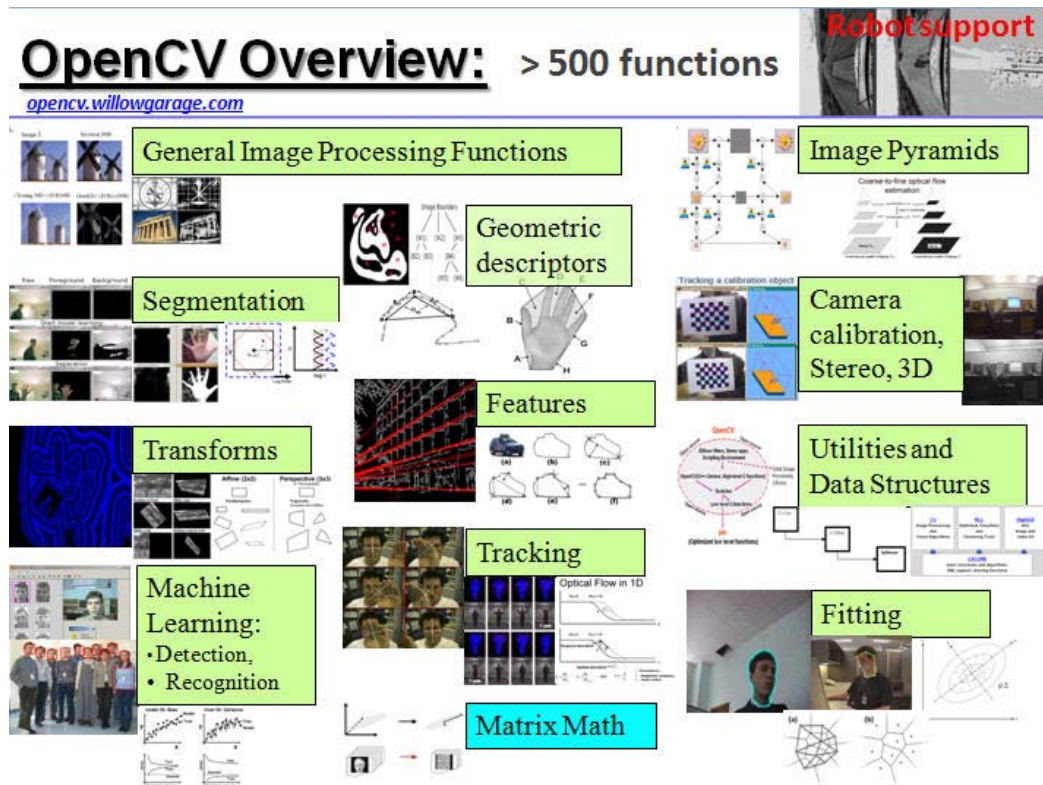


圖 9 OpenCV 簡介圖

OpenCV 主要總體概述：

1. OpenCV 是一個基於 C/C++ 語言的開放原始碼圖像處理函數庫
2. 其代碼都經過優化，可用於實時處理圖像
3. 具有良好的可移植性
4. 可以進行圖像/視頻載入、保存和採集的常規操作
5. 具有低級和高級的應用程式介面 (API)

2.4 Face Detection

人臉偵測的方法主要是由 Open CV 的即時人臉偵測從一張照片中判斷是否有人臉，此方法是由「Viola & Jones」所發表的 AdaBoost Learning with Haar-Like Features 提出，而人臉偵測主要做法就是先做 Feature Extraction，接著做 Cascade Detection(瀑布偵測)。

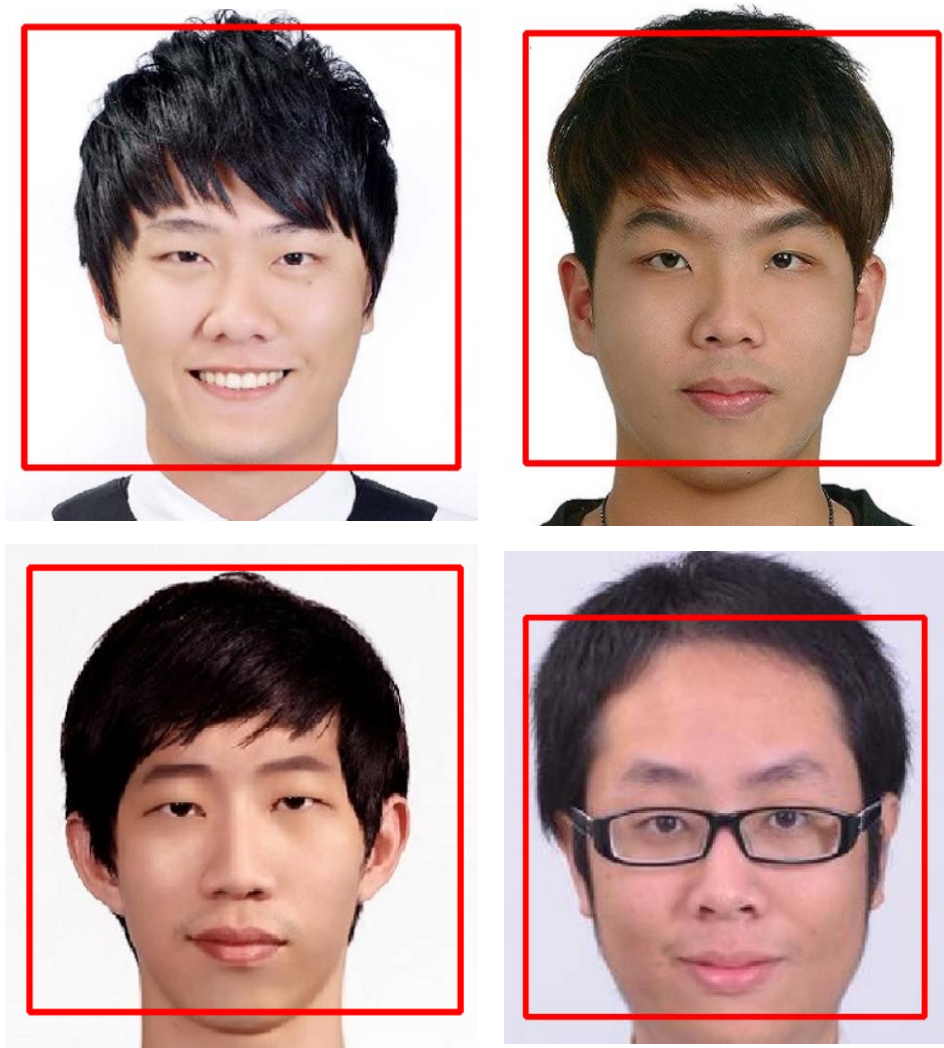


圖 10 人臉偵測

第三章 系統架構與實作

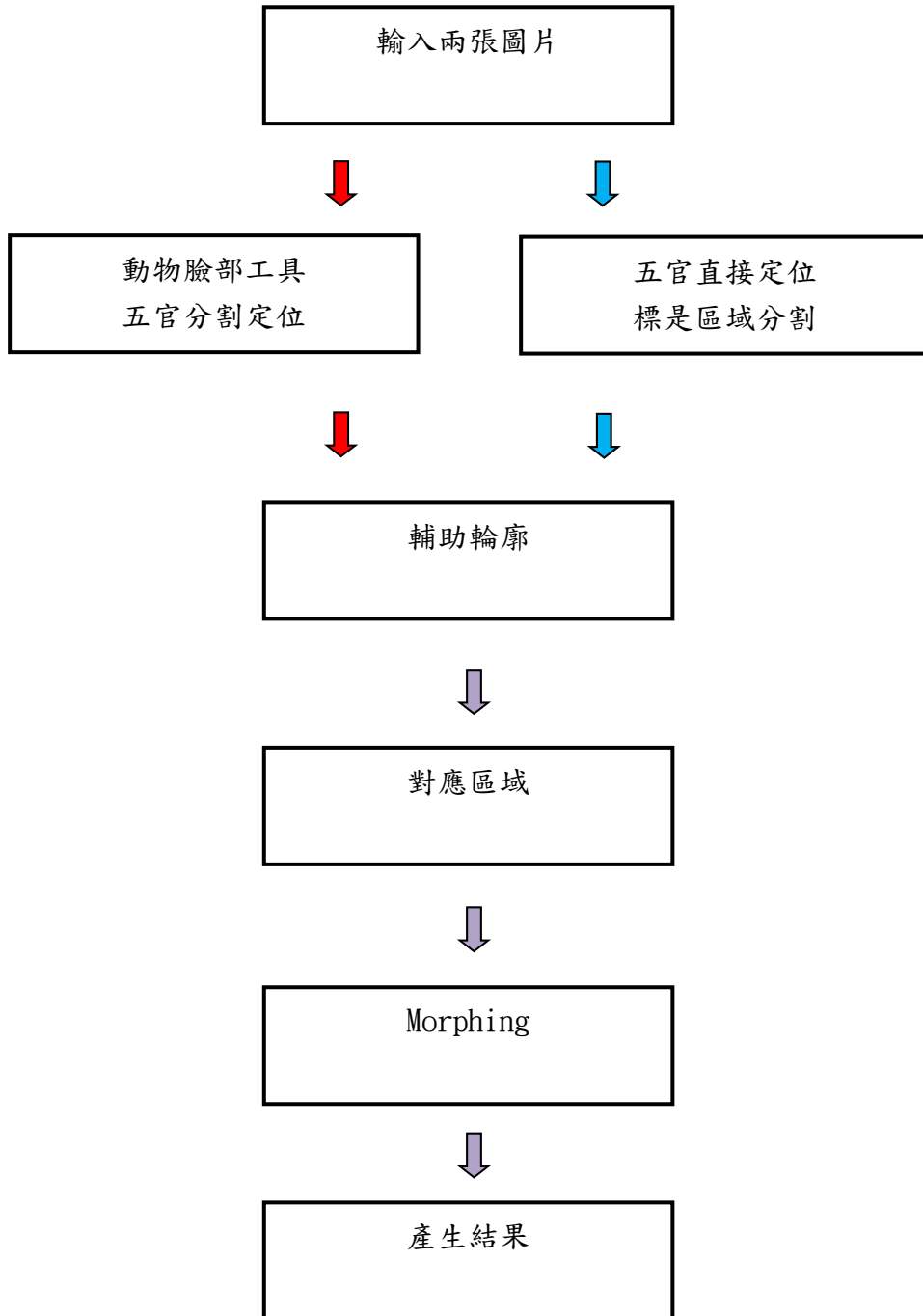


圖 11 系統架構流程

3.1 動物臉部工具

在動物的部份我們自己設計一套臉部工具供給使用者操作，而動物臉部不像人臉可以方便偵測，主要是在替動物攝影時不像人一樣端正，可能在正面拍照時會有歪臉的關係，另外因為動物面部毛髮紋路較為複雜，不像人臉單純好偵測，因此我們設計這個工具，主要含有眼睛、鼻子以及嘴巴三個重點區域，我們設計成讓使用者先大約定位出鼻子的位置再利用經驗法則判斷其他位置，比如說眼睛和嘴巴分別在鼻子的上下端，又因為動物臉部五官不像人一樣端正，所以我們能在先定位出五官的位置之後，可以再調整到相對位置。在五官定位置後，我們也在眼睛、鼻子以及嘴巴的部分各切割出偵測區塊，並且在這三個區塊之間標示出線條得以讓使用者了解動物的臉部五官雖然分部在一樣的位置，但是位置高低、間隔卻不一定相同。

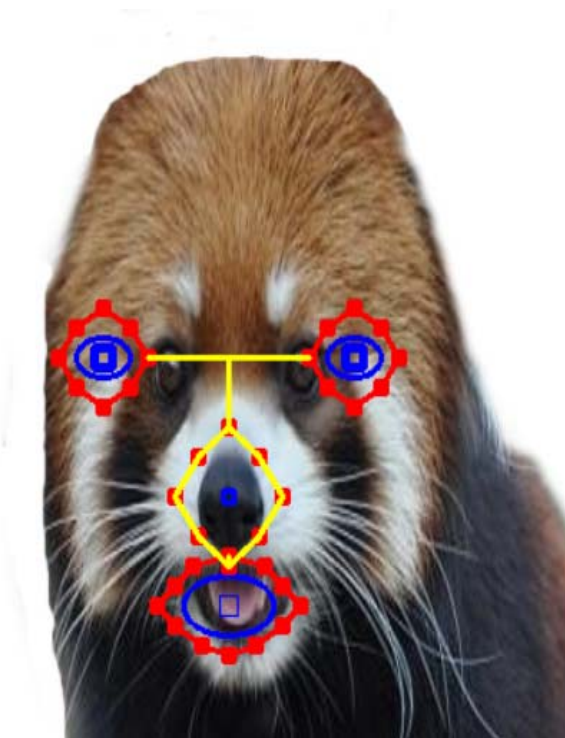


圖 12 動物臉部工具

3.1.1 動物臉部工具定位

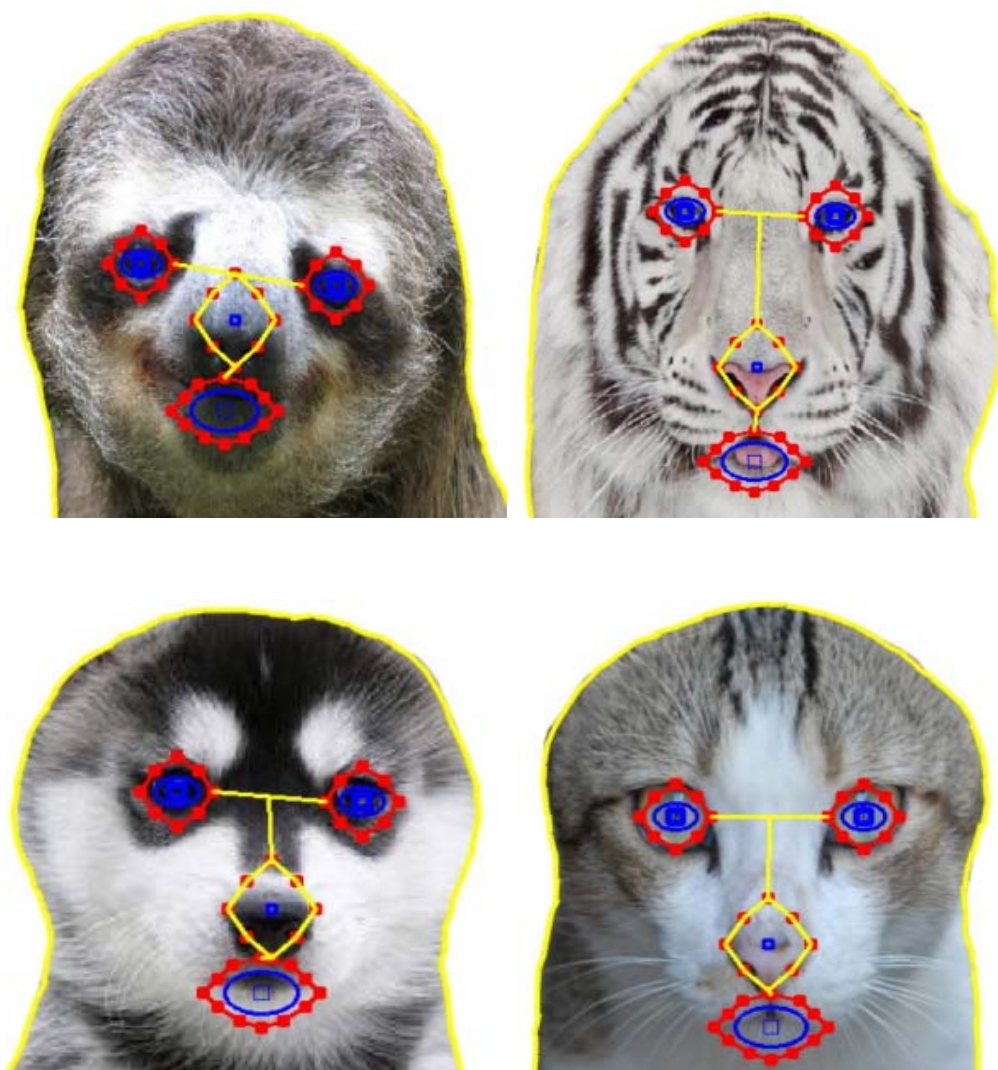


圖 13 動物臉部工具移動完畢

3.2 人物五官工具

人物的部份首先我們將照片灰階化，然後分別從haarcascades讀取臉部、眼睛、鼻子和嘴巴四種不同分類，再以detectMultiScale分別設定人物面部各種不同部位的檢測尺寸，最後得以偵測出人臉、眼睛、鼻子以及嘴巴，並且我們加強了一些判定條件，如五官的座標一定是在人臉內，因此我們找到眼睛之後，接著才往下找鼻子的部位，所以鼻子的座標一定是在眼睛座標之下，接著定位出鼻子正確的位置之後，再接著往下找嘴巴。

接著為了能和動物五官工具能對應，我們在確定人臉五官位置之後，我們將這些位置分別標示出切割區域，代表在之後我們成功提取出動物紋理特徵後，能將毛髮特徵正確的對應到人臉各個位置，這也表示人臉胖瘦不同也將會影響動物毛髮紋理分部的方式。

所使用的分類器為：

<code>haarcascade_frontalface_alt.xml</code>	//臉部
<code>haarcascade_eye_tree_eyeglasses.xml</code>	//眼睛
<code>haarcascade_mcs_nose.xml</code>	//鼻子
<code>haarcascade_mcs_mouth.xml</code>	//嘴巴

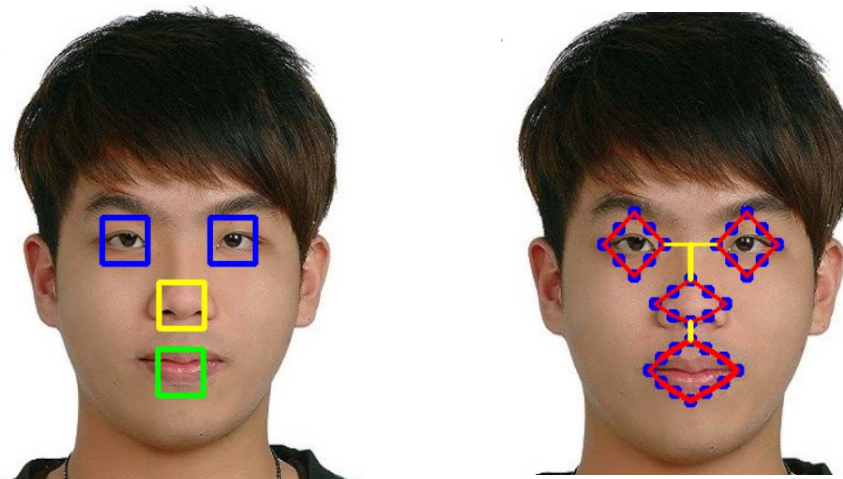


圖 14 人物臉部工具

3.2.1 輔助輪廓

在這個部份我們先將原來的彩色大頭貼灰階化以減少圖片色彩的影像，再將處理成灰階的照片二值化，因此圖片會變成黑和白兩種顏色，黑色的部分也就是人物大頭貼的地方。

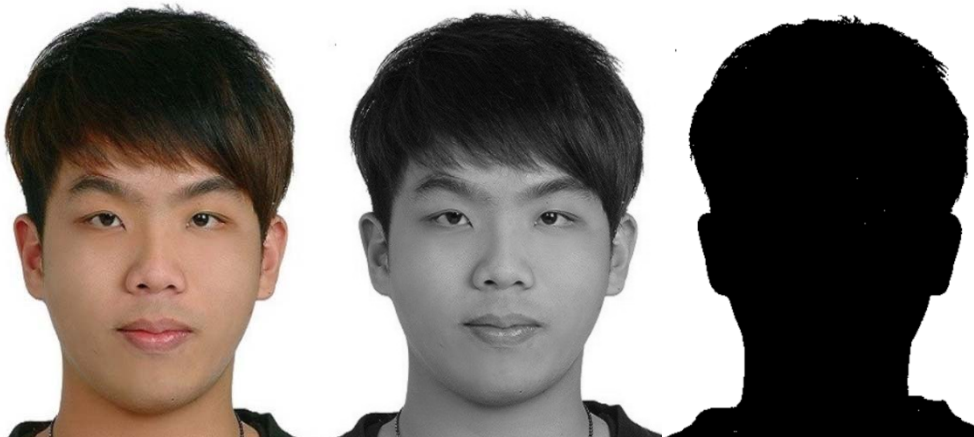


圖 15 彩色照片灰階化、二值化

3.2.2 輔助輪廓線條確認

在取得二值化的的照片之後，因為相對彩色照片以及灰階照片的顏色較單純，接著我們在使用cvFindContours找出二值化人物頭像的輪廓，在以cvDrawContours把偵測到的輪廓描繪在原來彩色大頭貼上。

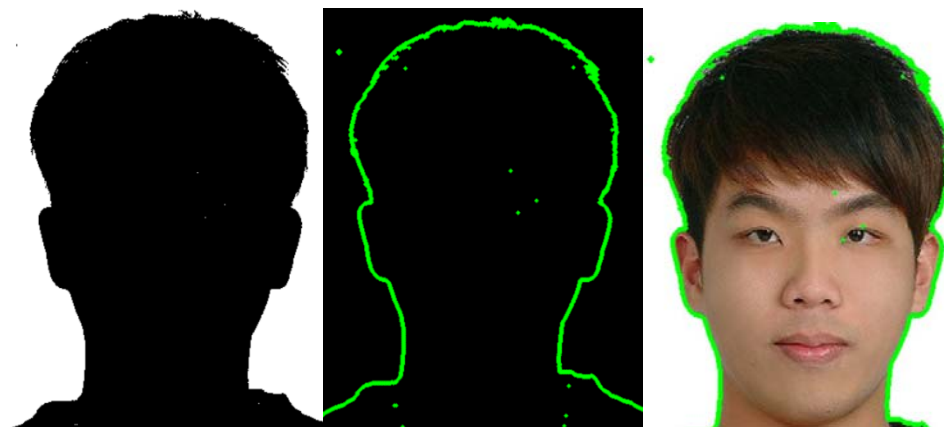


圖 16 二值化輪廓、原圖輪廓

3.3 Morphing

在動物和人物分別做完臉部工具定位以及輪廓輔助繪製完成之後，我們可以根據動物以及人物兩張圖上由特徵點、特徵線組成的特徵區塊相互對應到正確的位置，並且使用Beier&Neely演算法去完成我們使用field warping的結果，接著再做cross-dissolving完成顏色的內插得到最後的成果。

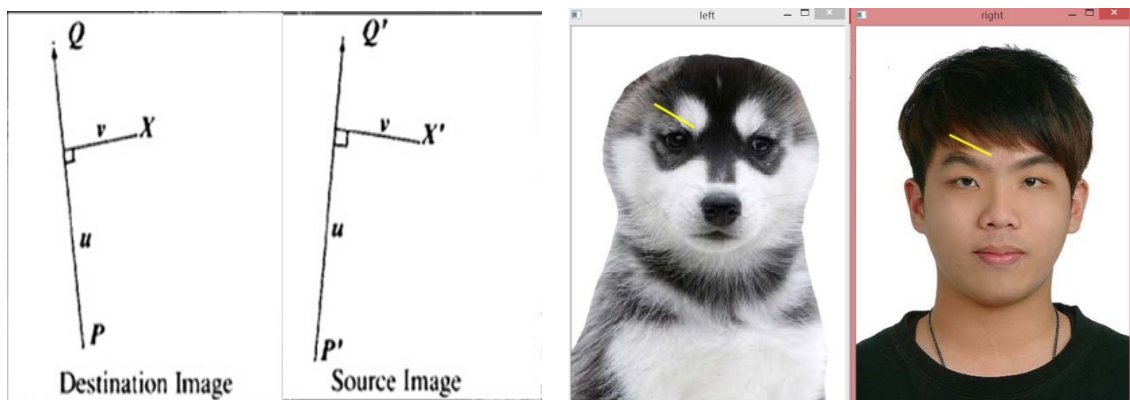


圖 17 實作單一線段比對圖

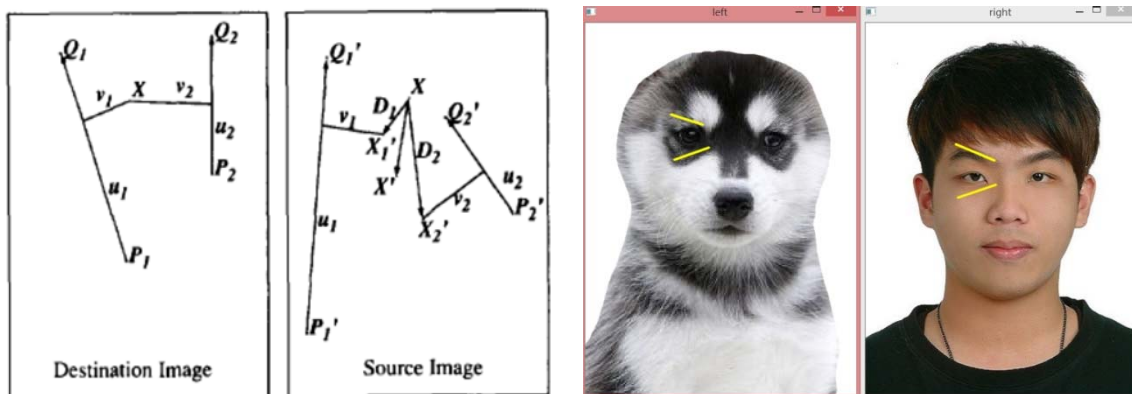


圖 18 實作多線段比對圖

Beier&Neely 的演算法如下

3.3.1 Warping Pseudo code

```
WarpImage(SourceImage, L'[...], L[...])
begin
  foreach destination pixel X do
    XSum = (0,0)
    WeightSum = 0
    foreach line L[i] in destination do
      X'[i]= X transformed by (L[i],L'[i])
      weight[i] = weight assigned to X'[i]
      XSum = Xsum + X'[i] * weight[i]
      WeightSum += weight[i]
    end
    X' = XSum/WeightSum
    DestinationImage(X) = SourceImage(X')
  end
return Destination
end
```

3.3.2 Morphing Pseudo code

```
GenerateAnimation(Image0, L0[...],Image1, L1[...])
begin
  foreach intermediate frame time t do
    for i=1 to number of line-pairs do
      L[i] = line t-th of the way from L0[i] to L1[i].
    end
    Warp0 = WarpImage( Image0, L0[...], L[...])
    Warp1 = WarpImage( Image1, L1[...], L[...])
    foreach pixel p in FinalImage do
      FinalImage(p) = (1-t) Warp0(p) + t Warp1(p)
    end
  end
end
end
```

第四章 成果展示

4.1 白老虎與人



圖 19 白老虎與人



圖 20 白老虎與人臉部 morphing 成果

4.2 西伯利亞雪橇犬與人



圖 21 西伯利亞雪橇犬與人



圖 22 西伯利亞雪橇犬與人臉部 morphing 成果

4.3 紅浣熊與人



圖 23 紅浣熊與人



圖 24 紅浣熊與人臉部 morphing 成果

4.4 豹與人



圖 25 豹與人



圖 26 豹與人臉部 morphing 成果

4.5 樹懶與人



圖 27 樹懶與人



圖 28 樹懶與人臉部 morphing 成果

4.6 貓與人



圖 29 貓與人



圖 30 貓與人臉部 morphing 成果

第五章 成果比較

為了使成果能依照使用者不同而有不同的樣貌，我們找了另外四位使用者的大頭貼和原本成果展示的頭像所產生的結果做比較，我們可以發現不同的人物因為面部寬窄不同，所產生的紋理也會不盡相同，以下我們列舉四種使用同樣動物作為參考，但使用者的人物面部不同產生的結果做比對。

5.1 白老虎與不同人物比對



圖 31 白老虎與人臉部(2) morphing 成果

比對不同區域：

右臉頰、左臉頰紋路線條粗細因為人臉胖瘦不同所產生的樣子也不同，眉心的部分也因為眉毛間隔距離不同，所以紋路間隔的距離也不相同，另外在眉毛上面的紋路也因為眉毛長度不同所以分布的線條距離寬度也會跟著改變，而且整體形狀也稍微會有改變。

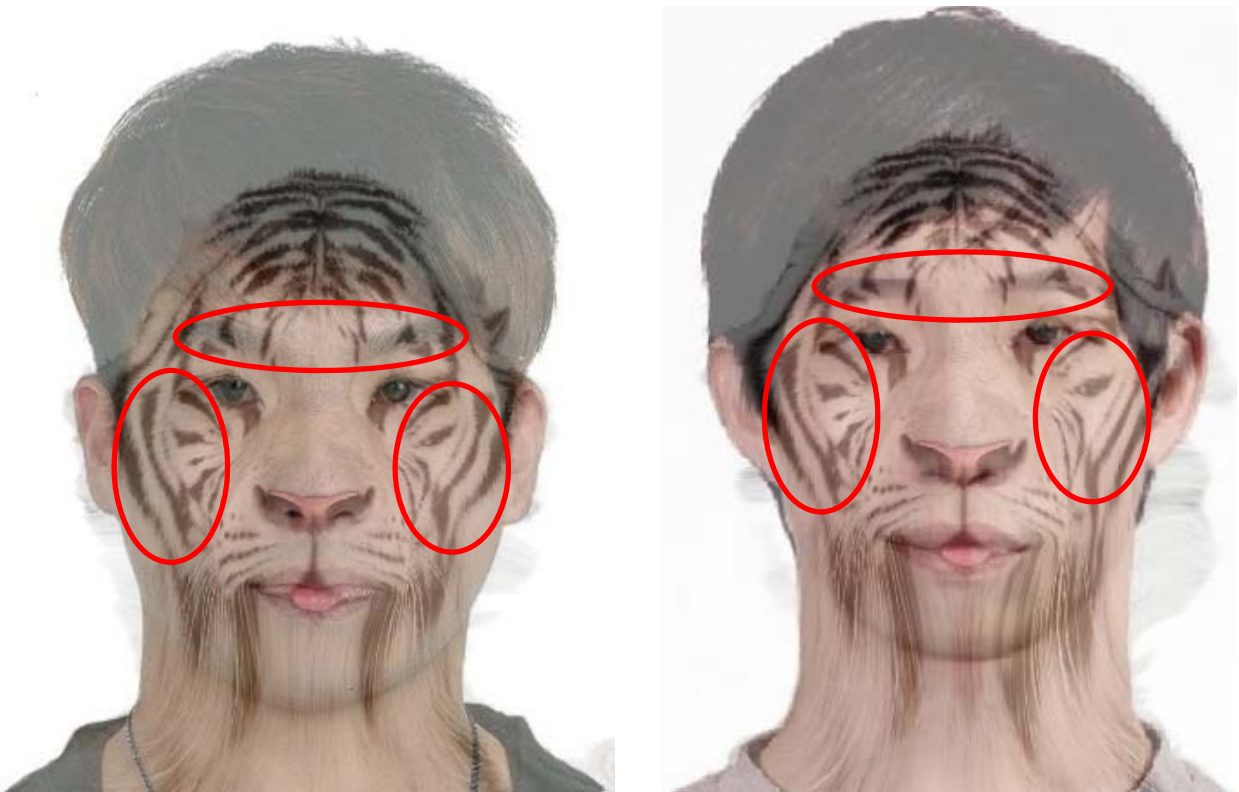


圖 32 不同人物白老虎 morphing 比較圖

5.2 西伯利亞雪橇犬與不同人物比對



圖 33 西伯利亞雪橇犬與人臉部(2) morphing 成果

比對不同區域：

雪橇犬的比較區域最明顯的地方在於眼睛周圍區塊，首先是眉毛白色的部分，右圖人臉的眉毛很明顯的比左圖還要翹許多，且眼睛黑色的毛髮部分右圖範圍也比較大片，最後是鼻樑部分右圖也比左圖寬度還要再寬一些。



圖 34 不同人物與西伯利亞雪橇犬 morphing 比較圖

5.3 紅浣熊與不同人物比對

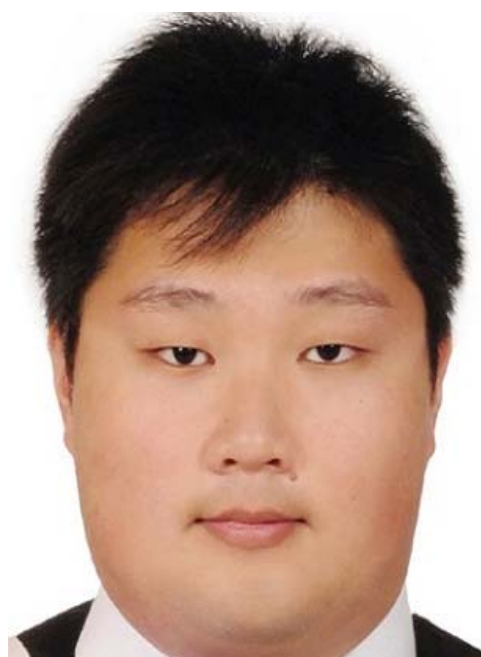


圖 35 紅浣熊與人物臉部(2)morphing 成果

比對不同區域：

浣熊的部分我們可以注意到因為臉部的大小不同，因此在臉頰兩側的白色條紋寬窄也不同，而且右圖的條紋也因為臉型不同而長了一些，而嘴巴下緣的白色塊狀毛髮紋理右圖也比左圖還往下延伸一些，最後是眉毛前端的地方可以看到左圖的白色區塊也較右圖大一些。

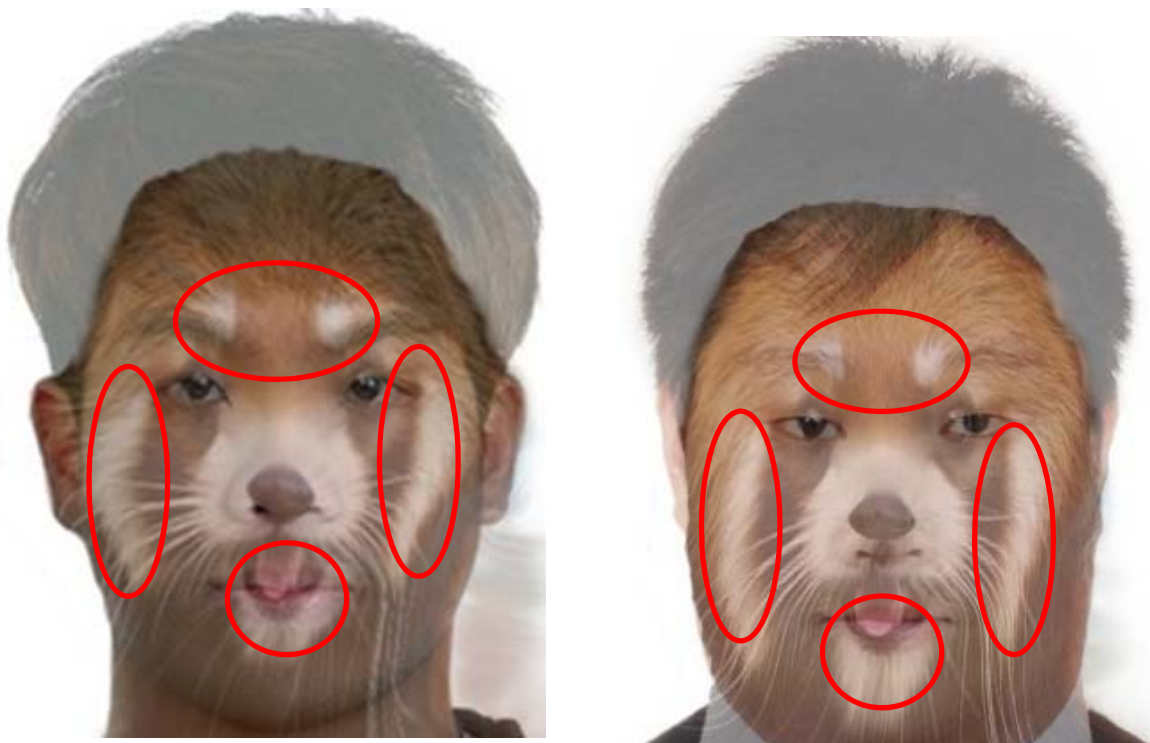


圖 36 不同人物與紅浣熊 morphing 比較圖

5.4 貓咪與不同人物比對



圖 37 貓咪與人物臉部(2)morphing 成果

比對不同區域：

最後一張我們採用有戴眼鏡的使用者與貓咪 Morphing 的結果，我們可以把原先使用者臉部特徵像是戴眼鏡的樣子保留下來，並且我們比較左右圖可以發現，在額頭的直線條紋右圖因為額頭較高，因此線條也相對較長，而眼睛旁的線條也會因為臉型長短有所不同，最後是臉部中間白色區塊的部分，可以看到左圖較為寬短，右圖較為長窄。



圖 38 不同人物與貓咪 morphing 比較圖

第六章 結論與未來展望

使用臉部五官工具、輪廓輔助以及簡單的特徵線線條輔助動物圖以及人物圖之間標示重點區域的效果，讓使用者在操作時就像在替自己簡易的化妝。

我們將系統設計得更方便讓使用者操作,讓使用者可以選擇自己的愛寵或者喜愛的動物讓毛髮紋路能依照人臉大小「化妝」在人臉上,最後呈現出有別於一般合成效果照且更具獨特、有趣的大頭貼。

對於未來系統中能夠設置更多的特徵區塊、特徵點,讓毛髮紋理能在人臉上顯示的更加漂亮,並且改善能個個區塊獨立調整色差值,讓系統操作更具有自由度。並且朝著能夠將臉部特徵工具操作後的座標紀錄成資料檔,以後供後端操作參考,也能將系統移植到 android 平臺上,讓許多可攜式硬體裝置也能使用。

參考文獻

網路參考資料

- [1] 昨日 OpenCV 教學網誌 :
<http://yester-place.blogspot.tw/>
- [2] OpenCV 入門指南:
<http://blog.csdn.net/morewindows/article/category/1291764>
- [3] 逍遙文工作室:
<http://cg2010studio.wordpress.com/>
- [4] 2D Image Morphing Algorithms :
<http://davis.wpi.edu/~matt/courses/morph/2d.htm>
- [5] DIGITAL VISUAL EFFECTS:
http://www.csie.ntu.edu.tw/~b97074/vfx_html/hw1.html
- [6] Morphing :
<http://www.cescg.org/CESCG97/penkler/morphing.htm>
- [7] 奇妙的化妝術 :
http://ejournal.stpi.narl.org.tw/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/10205/10205-10.pdf
- [8] Alex's Work :
<http://alex-phd.blogspot.tw/2014/03/haarhaar-adaboost.html?view=classic>
- [9] Image Compositing and Morphing:
<https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall00/cs426/lectures/composite/composite.pdf>
- [10] OpenCV 中文網站 :
<http://www.opencv.org.cn>

- [11] 以三角網格為基礎的圖像變形機制：
<http://nccur.lib.nccu.edu.tw/bitstream/140.119/32716/9/53002209.pdf>
- [12] 獅子化妝：
<http://www.mirror.co.uk/news/real-life-stories/amazing-self-taught-make-up-artist-4298422>
- [13] animal stage makeup：
<https://www.pinterest.com/pin/235735361722176761/>
- [14] fantasy animal makeup：
<http://www.lloydkandlin.com/costumes.html>
- [15] Animal Makeup Designs：
<http://becuo.com/animal-makeup-designs>
- [16] Pix For > Animal Makeup Designs：
<http://pixgood.com/animal-makeup-designs.html>
- [17] Sassy Cat Halloween Makeup Tutorial：
<https://www.youtube.com/watch?v=jp5ePPRmNEk>
- [18] 2D Image Morphing Algorithms：
<http://goo.gl/IjFsR2>
- [19] Introduction To Computer Vision Using OpenCV(Article):
<http://www.embedded-vision.com/platinum-members/bdti/embedded-vision-training/documents/pages/introduction-computer-vision-using-op>

英文部分

- [20] Gary Bradski, Adrian Kaehler, 2008, 《*Learning OpenCV*》
- [21] Mark S. Nixon, Alberto S. Aguado, 2002, 《*Feature Extraction and Image Processing*》
- [22] Yung-Yu Chuang, *Digital Visual Effects*, 《*Image warping/morphing*》
- [23] Leow Wee Kheng, 《*Image Warping and Morphing*》
- [24] Jonas Gomes, Thaddeus Beier, Bruno Costa, Lucia Darsa, Luiz Velho, 《*Warping*》

and Morphing of Graphical Objects》

- [25] Ms. Bhumika G. Bhatt, “Comparative Study of Triangulation based and Feature based Image Morphing”, *Signal & Image Processing : An International Journal (SIPIJ) Vol.2, No.4, December 2011,pp.235-243, DOI : 10.5121/sipij.2011.2420*
- [26] George Wolberg, " Image morphing: a survey" *The Visual Computer*, 1998, pages 360-372
- [27] Thaddeus Beier, Shawn Neely, “Feature-Based Image Metamorphosis”, *SIGGRAPH '92 Proceedings of the 19th annual conference on Computer graphics and interactive techniques Pages 35 - 42*
- [28] Norimichi Tsumura, Toshiya Nakaguchi, Nobutoshi Ojima, Koichi Takase, Saya Okaguchi, Kimihiko Hori, Yoichi Miyake, “ Image-Based Control of Skin Melanin Texture,” *Applied Optics Vol. 45, Issue 25, pp. 6626-6633 (2006).*
- [29] Saori Toyota, Izumi Fujiwara, Misa Hirose, Nobutoshi Ojima, Keiko Ogawa-Ochiai, Norimichi Tsumura, “Principal Component Analysis for the Whole Facial Image With Pigmentation Separation and Application to the Prediction of Facial Images at Various Ages,” *Journal of Imaging Science and Technology, Vol.58, No.2, 020503-1-020503-11, (2014).*
- [30] Pramod Potluri, Krishna Sagiraju, Venkatachalam Tubati, “Image Morphing: Feature based, View and Mesh” *Clemson University, Clemson.*
- [31] Dong Guo, Terence Sim, “Digital Face Makeup by Example”, *Computer Vision and Pattern Recognition, 73-79,(2009)*
- [32] K Scherbaum and T Ritschel, et al. , “Computer-Suggested Facial Makeup” , *Computer Graphics Forum, vol.30, no.2, 485-492(2011).*
- [33] Norimichi Tsumura, Hideaki Haneishi, Yoichi Miyake, "Independent component analysis of skin color image", *Journal of Optical Society of America A 16, 9,*

2169-2176(1999).