**BẢN DỊCH PHẦN I + II**

|  |  |
| --- | --- |
| English | Tiếng Việt |
| Baby Face Generator | Tiêu đề: Tạo dựng khuôn mặt em bé |
| Abstract—This paper presents a method to generate a composite baby face from two parent images. Face detection, facial landmark identiﬁcation, and feature extraction are ﬁrst implemented to collect the relevant information from each parent image. Using this information, a facial morphing algorithm including the partitioning of features into triangles and quadrilaterals based on feature keypoints, warping triangles and quadrilaterals using afﬁne transformations and homography respectively, and cross-dissolving the warped images is implemented. The composite adult features are then combined with the base baby features and placed onto the base baby face at the corresponding locations. | Tóm tắt - Bài báo này giới thiệu một phương pháp để tạo ra khuôn mặt em bé từ hai hình ảnh bố mẹ. Các công đoạn đầu tiên bao gồm phát hiện khuôn mặt, nhận diện điểm mốc và trích xuất đặc trưng, nhằm thu thập thông tin liên quan từ mỗi hình ảnh gốc. Sử dụng thông tin này, thuật toán morphing được thực hiện, bao gồm: phân tách đặc trưng thành các tam giác và tứ giác dựa trên các đặc trưng mấu chốt, thực hiện warping trên các tam giác và chữ nhật dùng biến đổi affine và homography, và cross-dissolving các hình đã warping. Các đặc trưng hỗn hợp từ bố mẹ sau đó được kết hợp với các tính năng cơ bản của em bé và đặt vào khuôn mặt em bé tại các vị trí tương ứng. |
| I. INTRODUCTION | I. GIỚI THIỆU |
| The identiﬁcation, analysis, and modiﬁcation of images containing human faces remains an active research area involving many image processing techniques. One subset of this research area, the automatic detection of faces and extraction of facial features has a wide range of applications from facial expression analysis to privacy protection in Google Street View [1]. Another subset of this research area, facial morphing, also  has a wide range of applications including facial recognitionand comically combining the faces of two individuals. The goal of this project was to leverage these two research areas for the entertaining application of intelligently morphing two  parent images to generate a baby face. | Việc xác định, phân tích và chỉnh sửa các hình ảnh có chứa khuôn mặt người vẫn là một lĩnh vực nghiên cứu đang hoạt động, bao hàm nhiều kỹ thuật xử lý ảnh. Một lĩnh vực con của lĩnh vực nghiên cứu này, kỹ thuật tự động phát hiện và trích xuất đặc trưng từ khuôn mặt, được ứng dụng phổ biến, từ phân tích biểu hiện khuôn mặt đến bảo mật riêng tư trong ứng dụng Google Street View [1]. Một lĩnh vực con khác, kỹ thuật morphing khuôn mặt, cũng có một loạt các ứng dụng bao gồm nhận diện khuôn mặt, kết hợp hài hước hai khuôn mặt. Mục đích của bài báo này là thúc đẩy hai lĩnh vực trên cho ứng dụng giải trí, bằng việc chuyển đổi thông minh hai bức ảnh bố mẹ để tạo ra khuôn mặt em bé. |
| The algorithm used for generating the baby faces, seen in Fig. 1, involves three major components: facial feature extraction, base baby selection, and facial morphing. Sections II through IV discuss these methods and implementations in detail. The ﬁnal system implementation included a MATLAB Graphical User Interface (GUI) seen in Fig. 2, allowing users to select the parent images either from a ﬁle or webcam snapshot and run the morphing code with ease. | Thuật toán được sử dụng để tạo khuôn mặt em bé, xem Hình 1, bao gồm ba thành phần chính: trích xuất đặc điểm khuôn mặt, lựa chọn em bé cơ bản, và morphing khuôn mặt. Các phần từ II đến IV thảo luận về các phương pháp và việc thực hiện cụ thể. Việc triển khai hệ thống tổng thể bao gồm một Giao diện đồ hoạ người dùng (GUI) của MATLAB, xem Hình 2, cho phép người dùng dễ dàng lựa chọn các hình ảnh từ file hoặc chụp nhanh bằng webcam và chạy mã morphing.  \*GUI = giao diện đồ hoạ người dùng (cũ: giao diện người dùng đồ hoạ)  \*morping >> ko dịch (cũ: hoán trộn) |
| II. FACIAL FEATURE EXTRACTION | II. TRÍCH XUẤT ĐẶC TRƯNG KHUÔN MẶT |
| The ﬁrst step to extracting the facial features for each parent image involved facial detection using the Viola-Jones face detector implemented in OpenCV [2]. For each parent image, the facial landmarks (eye corners, mouth corners, and nose tip) were detected using ﬂandmark, an open source facial landmark detector [3]. The bounding box and facial landmarks were then used to calculate additional facial keypoints seen in Fig 3. Details of the keypoint calculations are given in Appendix A. These keypoints were then used in combination with edge detectors to extract each facial feature described in Sections II-A through II-D. | Bước đầu tiên để trích xuất đặc trưng khuôn mặt cho mỗi ảnh bố mẹ bao gồm việc phát hiện khuôn mặt dùng bộ dò Viola-Jones được cung cấp trong thư viện OpenCV [2]. Đối với mỗi ảnh bố mẹ, các điểm mốc trên khuôn mặt (góc mắt, góc miệng và đầu mũi) được phát hiện bằng flandmark, một bộ dò có mã nguồn mở [3]. Khung bao và các điểm mốc của khuôn mặt sau đó được sử dụng để tính bổ sung cho các điểm mấu chốt, xem Hình 3. Chi tiết xem trong phần Phụ lục A. Những điểm mấu chốt này được kết hợp với bộ dò biên để trích xuất đặc trưng của mỗi khuôn mặt, được diễn giải trong Phần II-A đến II-D.  \*bounding box = khung bao |
| A. Nose | A. Mũi |
| The extraction of the nose relied solely on the trapezoidal region formed by connecting keypoints 4, 5, 7, and 6 in a counterclockwise fashion. This choice followed from two observations: (1) the landmarks and keypoints surrounding the nose were detected with high accuracy and (2) the nose has no sharp edges other than the nostrils so edge detection adds limited new information. Results of this nose extraction can be seen in Fig. 4b and Fig. 4g. | Việc trích xuất mũi chỉ cần dựa vào vùng hình thang tạo thành từ các điểm mấu chốt 4, 5, 7 và 6 theo ngược chiều kim đồng hồ. Sự lựa chọn này đến từ hai nhận xét: (1) những điểm mốc và điểm mấu chốt xung quanh mũi được phát hiện với độ chính xác cao và (2) mũi không có cạnh sắc bén nào khác ngoài lỗ mũi do đó việc phát hiện cạnh cho thêm thông tin giới hạn. Kết quả trích xuất mũi xem Hình 4b và Hình 4g. |
| B. Eyes | B. Mắt |
| Feature extraction of the eyes included extracting the shape of the eye as well as the eye color. The ﬁrst step in extracting each eye involved ﬁnding the iris center location and radius. The algorithm for detecting the iris, based on [4], involved a combination of morphological reconstruction [5], edge detection using a Canny edge detector [6], and circle detection using a circle Hough transform. The ﬁrst step in the algorithm involves extracting a large bounding box containing the eye of interest and converting the region to grayscale. Morphological reconstruction is then used to ﬁll the reﬂections in the eyes and edges are found using the Canny edge detector. A circle Hough transform is computed on the edge image to detect the three most prominent circles [7]. The center location of each circle is then compared to the center point between the two corner locations of the eye. The iris circle is chosen to be the circle whose center point minimizes the distance between the two center locations. | Việc trích xuất đặc trưng của mắt bao gồm trích xuất hình dạng mắt cũng như màu mắt. Bước đầu tiên trong trích xuất mắt là tìm kiếm vị trí và bán kính tròng mắt. Thuật toán phát hiện tròng mắt, dựa trên [4], là sự kết hợp của các kỹ thuật tái tạo hình thái (morphological reconstruction), phát hiện cạnh dùng bộ dò biên Canny [6], và phát hiện hình tròn dùng biến đổi Hough hình tròn. Bước đầu tiên trong thuật toán gồm việc trích xuất một khung bao lớn chứa con mắt được chọn và chuyển đổi vùng này sang ảnh xám. Việc tái tạo hình thái sau đó được dùng để trám các ánh phản chiếu trong mắt. Bộ dò biên Canny được dùng để tìm ra các biên. Một biến đổi vòng tròn Hough được tính toán trên biên ảnh để phát hiện ba vòng tròn nổi bật nhất [7]. Tâm của mỗi vòng tròn sau đó được so sánh với trung điểm tính từ hai vị trí góc mắt. Vòng tròn tròng mắt được chọn là vòng tròn có tâm gần nhất với trung điểm .  \*egde = biên (cũ: cạnh) |
| To determine the eye color, a mask of the circle computed for the iris was applied to the eyes to extract the entire iris. Additionally, a reﬂection mask was constructed using a thresholded difference between the original eye and the eye after morphological reconstruction and overlaid on the iris mask. Using this mask, the HSV colors of the eye were extracted. The approach is illustrated in Fig. 5. | Để xác định màu mắt, mặt nạcủa vòng tròn tròng mắt được áp dụng để trích xuất toàn bộ tròng mắt. Thêm vào đó, mặt nạ của ánh phản chiếu được xây dựng dựa trên sự chênh lệch ngưỡng giữa ảnh mắt gốc và ảnh tái tạo. Sử dụng mặt nạ này, trích xuất được các màu HSV (hue, saturation, value) của mắt. Cách tiếp cận này đưuọc minh hoạ trong Hình 5. |
| Using the corner landmarks, iris center, and iris radius, the mask of the eye shape was calculated by combining two ellipse-shaped masks. Because the eye often has a different distance from the corner points to the upper and lower lids of the eyes, using two ellipses accommodates for this difference by allowing for different minor-axis radii. The major-axis radius for both ellipses was calculated using half the distance between and . The minor-axis radius for the lower ellipse was calculated as and the minor-axis radius for the lower ellipse was calculates as where is calculated radius of the iris. The boundary line between the ellipses was  calculated as the line connecting the two eye corners. An example of creating this mask for the left eye is shown in Fig. 6. Results of the eye extraction can be seen in Fig. 4c-d and Fig. 4h-i. | Sử dụng các điểm gốc góc, trung tâm tròng mắt, và bán kính mống mắt, tính được mặt nạ của hình dạng mắt bằng cách kết hợp hai mặt nạ hình ellipse. Do mắt thường có khoảng cách khác nhau từ điểm góc đến phần trên và phần dưới của mắt, việc dùng hai ellipse giúp điều tiết sự khác biệt này bằng cách cho phép khác biệt về bán kính trục nhỏ.  Bán kính trục lớn của hai ellipse được tính bằng một nửa khoảng cách giữa vị trí và vị trí .  Bán kính trục nhỏ của ellipse trên được tính bằng và bán kính trục nhỏ của ellipse dưới được tính bằng , với là bán kính của tròng mắt.  Đường ranh giới giữa các ellipse được tính bằng đường nối giữa hai góc mắt. Một ví dụ về việc tạo mặt nạ cho mắt trái được thể hiện trong Hình 6. Kết quả của việc trích xuất mắt xem trong Hình 4c-d và Hình 4h-i. |
| C. Mouth | C. Miệng |
| A two-fold process was implemented to extract the mouth of each parent image. First, the method described in Section II-B of using two ellipse masks was applied to extract a general mask for the mouth. The second portion of the algorithm to extract the mouth involved edge detection on a lip-enhanced image. Transforming from RGB color space into the lipenhanced color space described by  Greatly increased the success of the lip edge detector because it clearly differentiates between skin and lip color as seen in Fig. 7a [8]. Edge detection using a Laplacian of Gaussian operator was then performed on the lip-enhanced image as seen in Fig. 7b. The edges closest to the mouth landmarks, P4 and P5, were found and if the edge closest to P4 was connected to the edge closest to P5, this edge was identiﬁed as the lip edge. If this condition was not met, the edge mask was discarded and the two ellipse mask was the only mask used. | Một quy trình hai bước được thực hiện để trích xuất miệng của từng ảnh bố mẹ. Đầu tiên là phương pháp được diễn giải trong Phần II-B, dùng hai mặt nạ ellipse để trích xuất mặt nạ tổng quát cho miệng. Phần thứ hai của thuật toán để gồm việc phát hiện biên trên một ảnh tăng cường-môi (lip-enhanced). Phép chuyển đổi từ hệ màu RGB sang hệ màu tăng cường-môi được mô tả bởi công thức giúp nâng cao mức thành công của bộ dò biên môi, vì nó phân biệt rõ màu da và môi, như Hình 7. Việc phát hiện cạnh sử dụng toán tử Laplacian của Gaussian đã được thực hiện trên ảnh tăng cường-môi như Hình 7. Kế đến, thực hiện tìm biên gần nhất với các điểm mốc của miệng, P4 và P5. Nếu biên gần nhất với P4 giao với biên gần nhất với P5, nó được xác định là biên môi. Nếu điều kiện này không thoả, mặt nạ biên bị loại bỏ và chỉ có hai mặt nạ ellipse được sử dụng. |
| To create the edge-based mask for the mouth, the edges of the lips were ﬁlled and then slightly dilated to ensure the lips were not cut off. Finally, the two ellipse mask was overlaid on the mouth edge mask to form the ﬁnal mouth mask. Results of the mouth extraction can be seen in Fig. 4e and Fig. 4j. | Để tạo ra mặt nạ biên cho miệng, biên của môi được làm đầy và sau đó mở rộng một chút để đảm bảo môi không bị cắt. Hai mặt nạ ellipse được phủ lên mặt nạ biên miệng để tạo ra mặt nạ miệng cuối cùng. Kết quả của việc trích xuất miệng xem trong Hình 4e và Hình 4j. |
| D. Skin | D. Da |
| The skin color was the ﬁnal feature extracted from each parent image and was based on segmenting skin colors by six  planes in HSV color space [9]. Using this HSV color space segmentation, skin regions were successfully identiﬁed and used to calculate the mean HSV values for each parent skin color. A resulting skin mask can be seen in Fig. 8. | Màu da là đặc trưng cuối cùng được trích xuất từ ảnh bố mẹ và dựa trên việc phân đoạn màu da thành 6 khúc trên hệ màu HSV [9]. Sử dụng việc phân đoạn trong hệ màu HSV này, vùng da trên khuôn mặt được xác định và được dùng để tính các giá trị HSV trung bình cho màu da của bố mẹ. Kết quả tạo mặt nạ da có thể xem trong Hình 8. |

*Thuật ngữ (không dịch)*

* **morphing**

Viết tắt của từ metamorphosing, một kỹ xảo được dùng để "điền vào các chỗ trống" giữa các hình không quen thuộc nhau để làm cho cái này chảy tan vào trong cái kia, chẳng hạn như biến một người thành một con sói, một con dơi thành một con ma cà rồng, hoặc một ca sĩ nhạc rock thành một con báo.

* **warping**

Kỹ thuật làm cong, méo ảnh, ví dụ như làm méo một hình tròn thành một hình vuông

* **cross-disolving**

Kỹ thuật trộn lẫn, kết hợp hai ảnh thành một ảnh

* **affine transform**

Một phép biến đổi ảnh, bao gồm việc xoay, dời và phóng to/ thu nhỏ

* **homography transform**

Một phép biến đổi ảnh, thực hiện biến đổi một hình ảnh trên một mặt chiếu này sang một mặt chiếu khác