**BẢN DỊCH PHẦN III - IV - V**

|  |  |
| --- | --- |
| English | Tiếng Việt |
| III. BASE BABY SELECTION | III. Ảnh gốc em bé |
| A baby database including nine babies of varying skin and eye colors was curated and compared to the adult facial features to select the baby of closest resemblance to the parent  images. Because the flandmark library was based on an adult frontal face model and baby facial geometry differs significantly from adult facial geometry, the facial landmarks were  manually identified. The facial keypoints were then calculated using slightly modified facial keypoint equations adjusted for baby facial geometry. Finally, the features were extracted using the methods described in Sections II-A to II-D. | Bộ cơ sở dữ liệu bao gồm ảnh của chín em bé với màu da và màu mắt khác nhau sẽ được so sánh và chọn lọc dựa trên những đặc điểm tương đồng với hình ảnh của bố mẹ. Vì thư viện flandmark dựa trên hình mẫu khuôn mặt của người lớn, mà hình dạng của khuôn mặt trẻ em lại rất khác với giữa người lớn, nên việc định vị các điểm mốc của khuôn mặt phải được thực hiện thủ công. Các điểm mấu chốt trên khuôn mặt sẽ được tính toán bằng các phương trình hiệu chỉnh để phù hợp với khuôn mặt em bé. Sau cùng, các đặc trưng sẽ được trích xuất bằng phương pháp được trình bày ở mục II-A tới II-D.  \*keypoint = điểm mấu chốt (cũ: điểm then chốt) |
| To select the base baby to be morphed with the parent images, the primary consideration was skin color. This comparison was calculated by linearly combining the HSV values of each parent’s skin color to form a composite skin color and finding the baby skin color closest to this composite skin color in HSV color space. Additionally, if both parents had green or blue eyes, a baby with blue or green eyes was selected. | Để chọn được tấm ảnh gốc em bé phù hợp với hình ảnh cha mẹ, yếu tố căn bản cần xem xét là màu da. Việc so sánh được thực hiện bằng cách tổ hợp tuyến tính các giá trị HSV (hue, saturation, value) của màu da bố và mẹ để tạo ra màu da tổng hợp, rồi chọn ra ảnh gốc em bé có màu da trong hệ màu HSV gần nhất với màu da tổng hợp này. Ngoài ra nếu cả bố và mẹ đều có mắt xanh lá hoặc xanh dương, ảnh em bé với màu mắt đó sẽ được chọn.  \*primary = căn bản (cũ: chính) |
| IV. FEATURE MORPHING | IV. Morphing đặc trưng |
| The combined facial features (i.e. eyes, nose, and mouth) of two parents and a base baby are generated using a morphing algorithm based on mesh warping [10], [11]. Four phases are involved in this algorithm: image partitioning, warping, cross dissolving, and generating a composite baby image. | Các đặc trưng khuôn mặt (mắt, mũi và miệng) được kết hợp từ bố, mẹ, và ảnh gốc em bé bằng một thuật toán morphing dựa trên thuật toán mesh warping [10], [11]. Thuật toán này trải qua 4 giai đoạn: phân vùng ảnh, warping, cross dissolving, và tạo dựng hình ảnh em bé.  \*feature = đặc trưng (cũ: đặc tính)  \*mesh warping = thuật toán mesh warping |
| A. Image **Partitioning**  Each facial feature is first partitioned into triangles and quadrilaterals based on the extracted facial keypoints as shown  in Fig. 9. | A. **Phân tách** ảnh  Mỗi đặc trưng khuôn mặt trước hết được **phân tách** thành các tam giác hoặc tứ giác dựa trên các điểm mấu chốt đã được trích xuất (xem Hình 9).  \* Partitioning = phân tách (cũ: phân vùng, phân định) |
| B. Warping  When the facial features of the two parents are referred to as images A and B, the image A is to be warped to A0 and the image B to B0 so that A0 and B0 have the same shape as shown in Fig. 10a-d. The shape of A0 and B0 is calculated using linear interpolation of the corresponding grid point locations of A and B. In the warping process, an affine transformation is applied to map the coordinates of the triangles in the original image to the triangles in the warped image, while homography is used for the quadrilaterals. The equation for coordinate  transformation is  **x’ = T x**  where x and x’ are homogeneous coordinates in the form **[x y 1]T** of the original and warped images, respectively.  For affine transformations,  [Matrix here]  and for homography,  [Matrix here]  The implementation maps the coordinates of pixels in the target image to the coordinates in the original image and assigns the interpolated color of the original image to the target  pixel using **x** = T-1**x’**  This guarantees that every pixel in the warped image is assigned a value. | B. Warping  Các đặc trưng khuôn mặt từ bố mẹ được trích xuất ra như ở hình A và B. Hình A được warping thành A0, và hình B được được warping thành B0 để cả hai có cùng kích cỡ và hình dạng. Hình dạng này được tính toán bằng phương pháp nội suy tuyến tính các điểm tương đương trên lưới giữa hình A và B. Trong quá trình warping, một phép biến đổi affine được sử dụng để ánh xạ tọa độ của các tam giác từ ảnh gốc sang ảnh được warping, trong khi đó phép homography sẽ được áp dụng cho các tứ giác. Phương trình của phép biến đổi tọa độ là:  **x’ = T x**  với x và x’ lần lượt là tọa độ tương ứng / thuần nhất, với dạng **[x y 1]T** của ảnh gốc và ảnh được warping.  Công thức biến đổi affine  [Ma trận]  Công thức homography  [Ma trận]  Quá trình trên ánh xạ toạ độ của các điểm ảnh trên ảnh đích đến các điểm ảnh trên ảnh gốc, rồi gán màu sắc nội suy của ảnh gốc cho ảnh đích, với **x** = T-1**x’.**  Điều này đảm bảo tất cả điểm ảnh trên ảnh đích đều được gán giá trị, |
| C. Cross-Dissolving  After the two feature images are warped to the same intermediate grid locations, they are cross-dissolved by calculating the weighted average of the two images using  I[x,y] = αA 0 [x,y] + (1 − α)B 0 [x,y]  where 0 < α < 1. The cross-dissolve of the two parent features in Fig. 10c and Fig. 10d is shown in Fig. 10e. | C. Cross-Dissolving  Sau khi hai ảnh đặc trưng được warping vào các vị trí trung gian tương ứng, chúng được cross-dissolving bằng cách tính toán trọng số trung bình của hai ảnh bằng công thức  I[x,y] = αA 0 [x,y] + (1 − α)B 0 [x,y]  Với 0 < α < 1. Kết quả cross-dissolve từ hình của hai bố mẹ ở Hình 10c và Hình 10d được thể hiện ở Hình 10e. |
| D. Generating a Composite Baby Image  The composite adult features are then morphed with the respective features of the selected base baby using the morphing steps (image partitioning, warping, and cross-dissolving) pre-  viously described. This is required to make the final combined features look like those of a baby since certain aspects of baby features differ from adult facial features. For example, babies have larger irises and flatter nose bridges. Results of this final warping step can be seen in Fig 11. | D. Tạo dựng hình ảnh em bé  Các đặc trưng hỗn hợp của người lớn sẽ được morphing với các đặc trưng tương ứng trên ảnh gốc em bé sử dụng các bước morphing (phân vùng ảnh, warping, và cross-dissolving) như đã được miêu tả ở trên. Điều này là cần thiết để đảm bảo các đặc trưng sau cùng trông giống với một em bé, vì một số đặc trưng nhất định vốn rất khác nhau giữa trẻ em và người lớn. Ví dụ, trẻ em có tròng mắt lớn hơn và sống mũi phẳng hơn. Kết quả của phép warping cuối cùng này được thể hiện trong Hình 11.  \*baby = em bé: trương hợp nói cụ thể một baby nào đó; = trẻ em: trường hợp nói chung về các baby  \*iris = tròng mắt (cũ: tròng đen) |
| Next, the final composite features, F, are pasted onto the base baby at the same center location as the extracted baby features. Smoothing is employed at the boundary of the features in order to create a smooth transition from the  composite features to the outer areas in the base baby’s face. A binary mask around F, BW, is created, open filtered and eroded to attain a smoother and smaller binary mask. A Gaussian filter is applied to the eroded binary mask to create weight mask σ. Depending on the facial feature, either an average or a Gaussian filter is applied to the inverted binary mask of BW to create weight mask β. Fig. 12 illustrates the  weight masks used in the smoothing process. | Bước tiếp theo, các đặc trưng được tạo ra, F, sẽ được đặt chồng lên ảnh gốc em bé sao cho điểm trung tâm của các đặc trưng trùng nhau. Các điểm biên của vùng đặc trưng sẽ được làm mượt để làm cho các đặc trưng được tạo ra hòa lẫn vào vùng biên trên ảnh gốc em bé. Một mặt nạ nhị phân xung quanh F, BW, sẽ được tạo, sử dụng **open filter** và **erode** để làm cho mặt nạ nhị phân mượt hơn và nhỏ hơn. Một bộ lọc Gauss được áp dụng lên mặt nạ nhị phân để tạo ra mặt nạ trọng số σ. Dựa trên các đặc trưng khuôn mặt, ta có thể áp dụng bộ lọc trung bình hoặc bộ lọc Gauss lên nghịch đảo của BW nhằm tạo ra mặt nạ trọng số β. Hình 12 minh họa mặt nạ trọng số được sử dụng trong quá trình làm mượt ảnh.  \*outer area = vùng biên |
| The feature to be placed onto the base baby face is calculated from the following equation.  Feature = βIBaby + (1 − β)(σF + (1 − σ)C’)  where IBaby is the base baby image. | Các đặc trưng dùng đặt lên ảnh gốc em bé được tính toán theo công thức  Feature = βIBaby + (1 − β)(σF + (1 − σ)C’)  Trong đó IBaby là ảnh gốc của em bé. |
| Smoothing with the warped baby feature, C’ , is included because the original base baby features can be too different from the composite features to apply a gradual transition along the contour of the features. For instance, the base baby may have much wider nose than the composite nose, making the side of the base baby’s nose appear in the final image if gradual transition is applied. To accommodate for this, more surrounding regions are included in the extracted features. | Việc làm mượt với ảnh warping em bé là cần thiết vì đôi khi các đặc trưng gốc trên ảnh gốc em bé là rất khác so với các đặc trưng được tạo ra từ ảnh bố mẹ, khiến việc biến đổi trên đường viên gặp khó khăn. Ví dụ, ảnh gốc em bé có mũi rộng hơn nhiều so với mũi được tạo ra, khiến cho phần rìa của mũi em bé trên ảnh gốc vẫn xuất hiện trên ảnh đích nếu như sử dụng phương pháp **gradual transition**. Để giải quyết vấn đề này, ta sẽ trích xuất đặc trưng nhiều hơn trên vùng xung quanh của ảnh.  Base baby image = ảnh gốc em bé (cũ: ảnh em bé gốc) |
| V. RESULTS | V. Kết quả |
| Our proposed Baby Face Generator program was tested on 30 different adult images. The sample results are presented in Fig. 13. From qualitative examination, the generated baby images have features that pleasantly resemble the two parents, especially the shape of nose and mouth, eye color, and skin color. | Chương trình Tạo dựng Khuôn mặt Em bé được thử nghiệm trên 30 ảnh người lớn khác nhau. Kết quả phép thử được thể hiện trong Hình 13. Từ bài kiểm tra chất lương, các khuôn mặt em bé được tạo ra có các đặc trưng tương đối giống với cặp bố mẹ, đặc biệt là hình dáng mũi, miệng, màu mắt và màu da. |
| Significant artifacts, however, can occur if a parent’s face is turned by a considerable angle. Nonetheless, the program can be constrained to only accept forward facing input faces since it is intended to interact with the parent users directly. | Tuy nhiên, nếu một trong hai ảnh bố hoặc mẹ được đưa vào nghiêng một góc lớn, khuông mặt được tạo ra sẽ trông không thật. Dù sao, chương trình có được thể thiết kế để chỉ chấp nhận ngõ vào là ảnh chụp thẳng khuôn mặt, vì mục đích của chương trình là tương tác trực tiếp với các người dùng. |
| VI. CONCLUSION  In conclusion, an automatic Baby Generator Program has been developed. Facial features extraction and facial morphing algorithms have been employed to produce a satisfying composite baby face of two parent images. Further improvements could be achieved by using a larger database of base baby images and adding the detection of parents’ ethnicity to enhance the selection of base baby images. Additionally, an age progression algorithm could be implemented to first generate a baby face of each parent before morphing the two together. This could potentially reduce artifacts introduced by the base baby and the age-variant features. | VI. Kết luận  Một chương trình tạo dựng khuôn mặt em bé tự động đã được phát triển. Phương pháp trích xuất đặc trưng khuôn mặt và thuật toán morphing tương tối thỏa mãn việc tạo ra khuôn mặt một em bé từ ảnh bố mẹ. Ứng dụng có thể pháp triển thêm bằng cách mở rộng bộ cơ sở dữ liệu ảnh em bé, phát triển việc nhận dạng cha mẹ để đưa ra sự lựa chọn ảnh gốc tốt hơn. Ngoài ra, có thể áp dụng một thuật toán thay đổi tuổi tác để tạo ra ảnh khi bé của bố và mẹ trước khi kết hợp chúng với nhau. Điều này có thể hạn chế các khiếm khuyết bới sự khác biệt giữa các đặc trưng phụ thuộc vào tuổi tác. |
| ACKNOWLEDGMENT | LỜI CẢM ƠN |