

MỘT KỸ THUẬT CHÈN ĐỔI TƯỢNG ẢO TRONG QUẢNG CÁO TRỰC TUYẾN

Hà Mạnh Toàn¹, Đỗ Năng Toàn², Trịnh Hiền Anh¹

¹Viện Công nghệ thông tin, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Viện Công nghệ thông tin, Đại học Quốc gia Hà Nội

hmtoan@ioit.ac.vn, dntoan@vnu.edu.vn, hienanh@ioit.ac.vn

TÓM TẮT: Thời gian vừa qua, quảng cáo ảo đã dần xuất hiện trong một vài chương trình truyền hình tại Việt Nam, chẳng hạn như một số chương trình bóng đá nước ngoài. Một đặc trưng trong hệ thống quảng cáo ảo là cho phép thay thế một số hình ảnh quảng cáo lên một số vị trí thực trong các đoạn video, chẳng hạn mặt sân, tường... Bài báo trình bày một kỹ thuật xử lý ảnh sáng khi thay thế hình ảnh quảng cáo trên cơ sở phân tích sự chiếu sáng thực trong video nhằm tăng tính chân thực.

Từ khóa: Virtual advertising, VR, AR...

I. GIỚI THIỆU

Trong nhiều năm gần đây, sự phát triển của phần cứng với những thiết bị thu nhận hình ảnh, thiết bị trình chiếu đi cùng với sự phát triển của học thuật với nhiều công trình nghiên cứu trong lĩnh vực xử lý hình ảnh, mô phỏng đã thúc đẩy mạnh mẽ một xu hướng trong ngành công nghệ thông tin trong vấn đề nghiên cứu, phát triển các hệ thống mà trong đó những hình ảnh của thế giới thực và thế giới ảo được xen lẫn. Một trong những vấn đề quan trọng nhận được nhiều sự quan tâm nghiên cứu đó là các hệ thống quảng cáo ảo. Quảng cáo ảo có thể hình dung đơn giản là việc sử dụng công nghệ kỹ thuật số để thay thế hình ảnh quảng cáo vào một số vị trí vật lý thực trong các luồng video. Kỹ thuật này hay được áp dụng trong các chương trình thể thao, thậm chí là trong truyền hình trực tiếp và thường khiến người xem có ấn tượng rằng hình ảnh quảng cáo mà họ thấy được trên màn hình ti vi là hình ảnh trong thực tế.



Hình 1. Một số ví dụ quảng cáo ảo trong các chương trình thể thao

Một trong những vấn đề quan trọng nhất của quảng cáo ảo là chất lượng của công nghệ đồ họa, điều này sẽ quyết định đến hình ảnh quảng cáo sẽ trông giống thật cùng với các hiệu ứng vật lý hay chỉ là cảm giác giả tạo. Nói chung, một hệ thống quảng cáo ảo có thể cho phép đặt nhiều loại nội dung khác nhau lên màn hình, có thể là logo, tin nhắn, thậm chí video. Những nội dung này sẽ được gắn với vị trí chỉ định, tạo cảm giác như thật bất kể các vấn đề như màn hình di chuyển do góc quay camera thay đổi, người đi lại qua vùng quảng cáo, ảnh hưởng của bóng, chói hay thậm chí là khói hay việc chuyển động nội tại của chính vùng quảng cáo như trường hợp vùng đó là vải. Đây là những thách thức được đặt ra cho nhiều nhóm nghiên cứu và phát triển. Nhóm Shah [1] đề xuất một tiếp cận tự động nhận dạng các bề mặt phẳng trong khung cảnh của một đoạn video mà có khả năng hiển thị quảng cáo liền mạch cho người xem. Nhóm Bradley [2] đề xuất một phương pháp theo dõi chuyển động trên bề mặt vải có tương quan với thời gian và xây dựng thử nghiệm gắn logo lên video ảo thun trong thời gian thực. Nhóm của Chang [3] đề xuất một chiến lược quảng

cáo cho các video quảng cáo, tự động ước lượng các vùng có hiệu quả quảng cáo dựa trên cơ sở phân tích nhiều thông tin về tâm lý, lý thuyết quảng cáo và tính toán thẩm mỹ. Xa hơn nữa, nhóm của Han [4] còn đưa ra ý tưởng xây dựng mô hình 3D cho các video thể thao, để từ đó có thể phát hiện các thiết bị di động những tham số thay đổi mô hình thay vì phát hình ảnh để giảm thiểu băng thông truyền dữ liệu. Trên cơ sở đó, nhóm cũng thực hiện quảng cáo tại một số vị trí ảo trong khung cảnh.

Có nhiều bài toán con trong việc xây dựng một hệ thống quảng cáo ảo. Trong bài báo này, chúng tôi tập trung vào vấn đề xử lý ánh sáng khi chèn hình ảnh quảng cáo. Kỹ thuật sẽ phân tích ánh sáng trên vùng ảnh sẽ chèn từ đó đưa ra những thông số để hiệu chỉnh trên hình ảnh quảng cáo.

II. MỘT SỐ NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

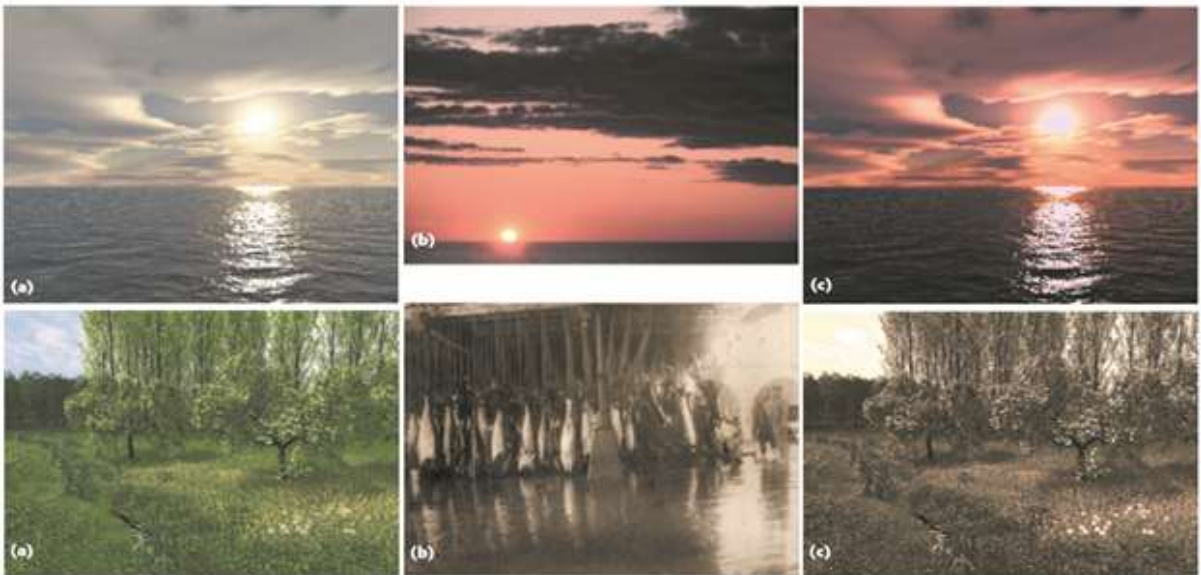
A. Chuyển màu nền

Đây là kỹ thuật được đưa ra bởi nhóm Erik Reinhard [5] với mục tiêu hiệu chỉnh màu sắc của một ảnh dựa trên một ảnh khác. Kỹ thuật thực hiện phân tích và xử lý dữ liệu ảnh trên không gian màu $l\alpha\beta$, không gian được Ruderman xây dựng nhằm giảm thiểu mối tương quan giữa các kênh màu, được dùng trong cảnh thiên nhiên. Trong không gian này l là kênh không màu, còn α và β lần lượt là kênh chromatic yellow–blue và red–green opponent. Trước khi xử lý, kỹ thuật sẽ tính toán trước kỳ vọng và độ lệch tiêu chuẩn của mỗi ảnh trên từng trục không gian màu.

Để thực hiện tính toán kỳ vọng và độ lệch tiêu chuẩn ta cần chuyển đổi không gian màu từ RGB sang $l\alpha\beta$, sử dụng không gian trung gian LMS.

Ma trận chuyển đổi từ không gian màu LMS sang không gian $l\alpha\beta$ như sau

$$\begin{bmatrix} l \\ \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{3}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{6}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -2 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} \quad (1)$$



Hình 2. Minh họa kết quả của nhóm Erik Reinhard [5]: a) ảnh nguồn, b) ảnh mục tiêu, c) ảnh kết quả

Đầu tiên, thực hiện trừ đi kỳ vọng trên dữ liệu ảnh cần xử lý:

$$\begin{aligned} l^* &= l - \langle l \rangle \\ \alpha^* &= \alpha - \langle \alpha \rangle \\ \beta^* &= \beta - \langle \beta \rangle \end{aligned}$$

Tiếp theo, thực hiện biến đổi tỉ lệ dựa trên tỉ số độ lệch tiêu chuẩn trên từng kênh màu giữa ảnh mục tiêu và ảnh nguồn:

$$\begin{aligned} l' &= \frac{\sigma_t^l}{\sigma_s^l} l^* \\ \alpha' &= \frac{\sigma_t^\alpha}{\sigma_s^\alpha} \alpha^* \end{aligned}$$

$$\beta' = \frac{\sigma_t^\beta}{\sigma_s^\beta} \beta^*$$

Sau cùng, dữ liệu ảnh sẽ được cộng thêm kỳ vọng của ảnh mục tiêu và được biến đổi ngược lại về không gian màu RGB theo công thức (2)

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4.4679 & -3.5873 & 0.1193 \\ -1.2186 & 2.3809 & -0.1624 \\ 0.0497 & -0.2439 & 1.2045 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} \quad (2)$$

B. Phân đoạn ảnh dựa trên chất liệu

Báo cáo [6] đã đưa ra một kỹ thuật ràng buộc cho tập điểm điều khiển của khuôn mặt dựa trên cơ sở phân đoạn vùng ảnh mặt, cụ thể hơn là phân đoạn ảnh dựa trên mô hình chất liệu mặt. Một vấn đề được đưa ra là việc xây dựng mô hình chất liệu da cục bộ, tức là công thức được tạo ra với riêng khuôn mặt đang quan tâm trong ảnh. Đây là cơ sở để có thể áp dụng được cho những trường hợp khuôn mặt được thu nhận trong những điều kiện chiếu sáng và chủng tộc khác nhau. Một cách tổng quát, mô hình chất liệu da là $\{c_i, r_i\}$, $i = 1..n$, trong đó c_i, r_i tương ứng là tâm và bán kính của vùng giá trị trên trục tương ứng kênh màu i , n là tổng số kênh màu. Tiếp theo đó là áp dụng mô hình chất liệu da để tách ngưỡng. Việc tách ngưỡng ở đây được thực hiện dựa trên ý tưởng của một hình ellipsoid trong không gian n chiều, các tham số của hình ellipsoid về tâm và bán kính trên các trục được sử dụng tương ứng với các tham số của mô hình chất liệu da. Một điểm không phải chất liệu da nếu nó nằm ngoài hình ellipsoid và là chất liệu da trong trường hợp ngược lại. Báo cáo cũng đưa ra thuật toán xây dựng mô hình chất liệu da cục bộ từ ảnh khuôn mặt.

Trong bài toán quảng cáo ảo, những hình ảnh quảng cáo sẽ được dán lên một số vị trí được chỉ định, ví dụ như sân, tường... Và đa số là sẽ có nền tương đối đồng màu, tương tự như chất liệu màu da. Đây là cơ sở để áp dụng kỹ thuật phân đoạn.

III. GIẢI PHÁP

Một hệ thống quảng cáo ảo liên quan đến rất nhiều vấn đề về kỹ thuật cần phải xử lý: bắt đầu là các bài toán về thị giác máy như việc bắt bám vùng cần dán khi camera di chuyển hay do chính vùng cần dán di chuyển, việc phát hiện các đối tượng sẽ che khuất vùng cần dán như các vận động viên chạy qua hay một cái cột điện che đi vùng tường cần dán logo, hay một cái cây đổ bóng lên mặt sân,..., tiếp đó có thể là việc hiển thị các đối tượng trong thực tại ảo và xa hơn nữa là các vấn đề về đồng bộ dữ liệu và truyền thông khi lưu trữ hay phát sóng.

Giải pháp chúng tôi trình bày trong báo cáo này tập trung vào vấn đề hiển thị hình ảnh quảng cáo được dán. Theo đó, những thông tin như vị trí các góc của vùng ảnh sẽ dán, mặt nạ chuyển động của những đối tượng đi trên nền đã được biết trước và là thông tin đầu vào. Về cơ bản, các bước thực hiện được dựa trên ý tưởng như sau: từ vị trí chèn ảnh, kết hợp với mặt nạ các vùng chuyển động có che ảnh, ta tính ra vùng thực sự chèn; từ vùng thực sự chèn ta tính toán các họa tiết cần bỏ hoặc phạm vi bóng sáng trong đó rồi thực hiện dán ảnh. Theo đó, sơ đồ các bước như sau:

Input:

$I_{src}, I_{tpl}, corners, I_{motion}, flag$

Output:

I_{dst}

Process:

1. $I_{roi} := getRegion(corners);$
2. $I_{mask} := getWarpRegion(I_{motion}, I_{roi});$
3. $I_{bkg} := backgroundSegment(I_{src}, I_{mask});$
4. **if** $flag = REFILL$
5. $fill(I_{src}, I_{bkg}, I_{mask});$
6. **else if** $flag = CHANGE_LIGHT$
7. $I_{deltaLight} := getLightDiff(I_{src}, I_{bkg}, I_{mask});$
8. $I_{dst} := warp(I_{src}, I_{tpl}, corners, I_{bkg}, I_{mask});$
9. **if** $flag = CHANGE_LIGHT$
10. $mixLight(I_{dst}, I_{deltaLight}, I_{bkg}, I_{mask});$
11. $blurAndGlobalLight(I_{dst}, I_{mask});$

Đầu vào của quá trình xử lý bao gồm khung hình nguồn (khung hình hiện tại đang xử lý), ảnh mẫu quảng cáo sẽ dùng, tọa độ các điểm góc trên khung hình nguồn, ảnh mặt nạ của các đối tượng chuyển động trên khung hình (bản chất là những đối tượng sẽ đè lên vùng cần dán và sẽ không bị thay thế) và cờ trạng thái xử lý các vùng ngoại lai trong vùng sẽ dán ảnh. Vùng ngoại lai có thể là vùng có bóng hay chói, hoặc có thể hình ảnh cần loại bỏ (chẳng hạn đang có sẵn 1 logo, ngoài ra ta cần loại bỏ họa tiết cũ vì các hình ảnh mẫu sẽ dán đa phần là sẽ có kênh trong suốt). Đầu ra sẽ là khung hình kết quả đã được dán hình ảnh quảng cáo.

Bước đầu tiên từ tọa độ các điểm góc, ta dựng ra ảnh mặt nạ I_{roi} của vùng cần dán, tức là vùng được giới hạn bởi các điểm góc được đưa vào. Từ ảnh mặt nạ I_{roi} và ảnh mặt nạ các vùng chuyển động I_{motion} , ta xây dựng ảnh mặt nạ của các vùng thực sự sẽ dán I_{mask} , tức vùng cần dán loại trừ đi những vùng chuyển động. Thực hiện phân đoạn dựa trên chất liệu [6] trong phạm vi của vùng thực sự sẽ dán để lấy những vùng nền, được thể hiện qua ảnh mặt nạ I_{bkg} . Vùng sẽ dán trong các khung hình được giả thiết mặc định là các vùng có nền tương đối đồng màu, có thể có một số chi tiết như họa tiết logo, đây là cơ sở để có thể áp dụng thuật toán phân đoạn. Sau bước này, ta có thể xác định được những vùng ngoại lai cần xử lý. Chi tiết thao tác với những vùng ngoại lai được mô tả qua cờ trạng thái truyền vào. Một trường hợp là ta sẽ tô lại những vùng ngoại lai, những điểm ảnh thuộc vùng này sẽ được nội suy dựa vào những vùng nền xung quanh đã tính được từ bước trước. Trường hợp khác là ta coi những vùng ngoại lai này là các vùng bóng sáng, trong bước này ta thực hiện ghi nhận lại độ lệch ánh sáng trong những vùng này so với màu nền chung và lưu vào một ảnh độ lệch $I_{deltaLight}$.

Sau các bước trên, ta bắt đầu thực hiện thay thế ảnh quảng cáo vào vị trí được chỉ định. Cụ thể, ảnh mẫu sẽ được thực hiện xử lý chuyển màu nền [5] dựa trên vùng nền đã tính được từ trước. Tiếp đó thực hiện tính ma trận biến đổi để dán ảnh từ tọa độ 4 đỉnh của ảnh quảng cáo mẫu thành tọa độ 4 đỉnh của vùng sẽ dán trong khung hình đang xử lý. Sau đó thực hiện thay thế ảnh quảng cáo mẫu vào theo ma trận biến đổi đồng thời cần xử lý để phù hợp với việc che lấp của những vùng chuyển động. Sau khi dán, ta thực hiện các thao tác chỉnh sửa cuối cùng. Đầu tiên, nếu cờ trạng thái là xử lý vùng bóng sáng, ta thực hiện trộn vùng ảnh ngoại lai đã được dán ảnh quảng cáo với ảnh độ lệch $I_{deltaLight}$ đã được tính trước. Cuối cùng, thực hiện một số thao tác làm mờ tại các vùng biên dán ảnh và biến đổi ánh sáng toàn cục.

IV. THỬ NGHIỆM

Chúng tôi tiến hành thử nghiệm với bộ video được tổng hợp từ hơn 50 video trên mạng và 20 video tự thu. Việc xử lý được tuân thủ cơ bản theo quy trình đã đưa ra. Về mặt bản chất, chúng tôi cố gắng đưa ra quy trình thực hiện và xây dựng các công cụ để có thể thao tác theo quy trình đó. Bên cạnh đó, tại một số bước cũng có thể kết hợp thêm các lựa chọn chi tiết hơn. Chẳng hạn như tại bước tính toán mô hình chất liệu để phân đoạn, việc tính toán có lựa chọn để lấy thêm vùng ảnh khác hay mở rộng vùng sẽ dán; với lựa chọn xóa các họa tiết cũ, việc nội suy các điểm ảnh cũng có thể đơn giản sử dụng màu trung bình của nền hoặc sử dụng kỹ thuật inpainting [7, 8]; ta cũng cần thiết lập riêng nhiều tham số ví dụ như tỉ lệ chuyển màu nền trên ảnh mẫu quảng cáo, tỉ lệ trộn với ảnh độ lệch sáng, tham số cửa sổ và phương pháp làm mờ.

Quá trình kiểm tra chất lượng của hình ảnh quảng cáo dán trên video dựa trên quan sát thị giác của người dùng. Với dữ liệu kiểm thử mà chúng tôi đã tiến hành thì chất lượng hình ảnh quảng cáo được dán trên video lấy từ trên mạng và video tự thu cho kết quả ban đầu tương đối khả quan, với 90% hình ảnh quảng cáo được dán vào vị trí phù hợp và người quan sát khó nhận ra rằng đó là hình ảnh dán. Dưới đây là một số hình ảnh kết quả thử nghiệm của nhóm chúng tôi.



Hình 3. Thử nghiệm với lựa chọn REFILL



Hình 4. Thử nghiệm với lựa chọn CHANGE_LIGHT



Hình 5. Một số kết quả khác

V. KẾT LUẬN

Quảng cáo ảo là bài toán hứa hẹn nhiều ứng dụng trong cuộc sống và thực sự cũng đã có xuất hiện trong một vài chương trình truyền hình. Một hệ thống quảng cáo ảo liên quan đến nhiều vấn đề về kỹ thuật và công nghệ, từ bước thiết lập và đọc các tham số góc quay từ các camera thu hình (như trong các hệ thống quay chương trình bóng đá, quần vợt...), bước xử lý hình ảnh thêm vào các thông tin theo yêu cầu đến các bước về đồng bộ dữ liệu và truyền thông. Bài báo cáo tập trung vào một thao tác cuối cùng của bước xử lý hình ảnh, đó là việc chèn đối tượng cùng với một số hiệu ứng. Điều này cũng nằm một phần trong hướng nghiên cứu của nhóm chúng tôi về việc thể hiện các đối tượng ảo trong không gian thật.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Shah, Hitesh, and Subhasis Chaudhuri. "Automated billboard insertion in video." *Computer Vision-ACCV 2007* (2007): 240-250.
- [2] Bradley, Derek, Gerhard Roth, and Prosenjit Bose. "Augmented reality on cloth with realistic illumination." *Machine Vision and Applications* 20.2 (2009): 85-92.
- [3] Chang, Chia-Hu, et al. "ViSA: virtual spotlighted advertising." *Proceedings of the 16th ACM international conference on Multimedia*. ACM, 2008.
- [4] Han, Jungong, Dirk Farin, and Peter de With. "A mixed-reality system for broadcasting sports video to mobile devices." *IEEE MultiMedia* 18.2 (2011): 72-84.
- [5] Reinhard, Erik, et al. "Color transfer between images." *IEEE Computer graphics and applications* 21.5 (2001): 34-41.
- [6] Lê Thị Kim Nga, Phạm Trần Thiện, Hà Mạnh Toàn, Lâm Thành Hiền. "Một kỹ thuật định vị các điểm điều khiển trên khuôn mặt dựa trên mô hình chất liệu", *Kỷ yếu Hội nghị Quốc gia lần thứ VIII về Nghiên cứu cơ bản và ứng dụng Công nghệ thông tin (FAIR)*, Hà Nội 9-10/7/2015, (2015): 396-402
- [7] Nirali Pandya, Bhailal Limbasiya "A survey on inpainting techniques", *International Journal of Current Engineering and Technology*, 2013, 1828-1831.
- [8] Christine Guillemot, Olivier Le Meur "Image Inpainting: Overview and Recent Advances", *IEEE Signal Processing Magazine* (Volume: 31, Issue: 1, Jan. 2014) 127 - 144.

A TECHNIQUE TO INSERT A VIRTUAL OBJECT INTO A REAL ADVERTISING

Hà Mạnh Toàn, Đỗ Năng Toàn, Trịnh Hiền Anh

ABSTRACT: Recently, virtual advertising has gradually appeared in several television programs in Vietnam, such as some foreign football programs. One feature in the advertising system is the substitution for some real images in a physical place in a real video such as ground or the walls. In this paper, we propose a lighting technique when replacing the advertising image based on the analysis of real light in a physical video.