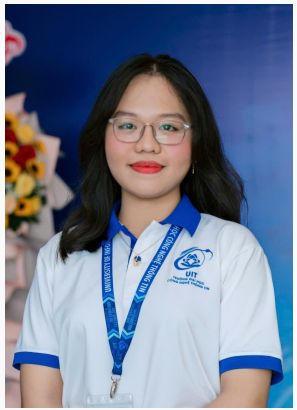
NGHIÊN CỨU VÀ XÂY DỰNG HỆ THỐNG ẨN DANH HÓA ĐỐI TƯỢNG CÓ CHỌN LỌC TRONG VIDEO THỜI GIAN THỰC SỬ DỤNG MẶT NẠ KỸ THUẬT SỐ

Nguyễn Thiện Nhân - 23521083
Bùi Ngọc Thiên Thanh - 23521436

Tóm tắt

- Lớp: CS519.Q11
- Link Github của nhóm: https://github.com/Ranisme/CS519.Q11
- Link YouTube video: https://www.youtube.com/watch?v=_TtGZYWLqMY

Nguyễn Thiện Nhân
23521083



Bùi Ngọc Thiên Thanh
23521436

Giới thiệu

- **Bối cảnh và Tính cấp thiết**: Lĩnh vực phát trực tiếp đang ngày càng phát triển, mở rộng cả về chủ đề, nội dung cũng như địa điểm quay. Đáng chú ý là xu hướng phát trực tuyến thực tế tại nơi công cộng (IRL Streaming). Đặc điểm của xu hướng này là sẽ được thực hiện ở ngoài trời, hàng quán, nơi công cộng; đặt ra những rủi ro vi phạm quyền riêng tư và gây khó chịu cho mọi người xung quanh. Đặc biệt là trong bối cảnh cộng đồng đang ngày càng quan tâm hơn về việc dữ liệu sinh trắc học của mình sẽ được thu thập và sử dụng. Thực tế này đòi hỏi một giải pháp có thể giúp cân bằng giữa việc tự do sáng tạo và bảo vệ quyền riêng tư.

Giới thiệu

Hạn chế của những giải pháp hiện tại:

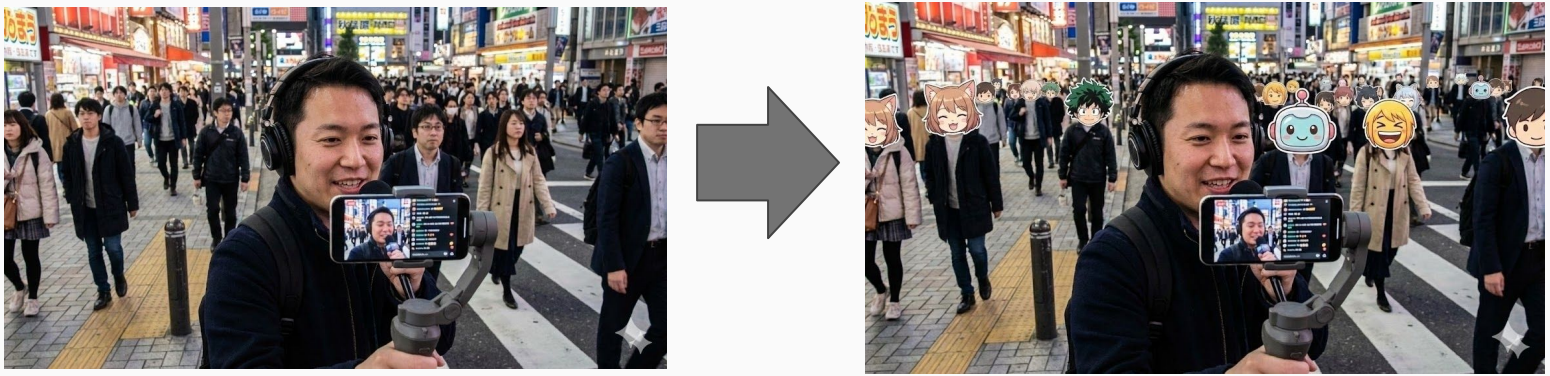
- **Nhóm công cụ thiên về an ninh (Security-focused)**: Các công cụ hiện nay thường sử dụng các giải pháp biến dạng khuôn mặt như blur, pixel hóa . Những giải pháp này tuy hiệu quả trong việc bảo mật nhưng lại làm giảm trải nghiệm người dùng nếu áp dụng vào nội dung phát trực tiếp. Điều này nghiêm trọng vì những nhà sáng tạo nội dung luôn muốn tối ưu trải nghiệm để gia tăng số lượng người xem.
- **Nhóm các công cụ thiên về Giải trí (Entertainment-focused)**: Các lớp phủ (filter) này thường chỉ tập trung vào làm đẹp cho chủ thể nhưng lại bỏ qua những người khác ở hậu cảnh. Điều này không đảm bảo quyền riêng tư cho những người vô tình lọt vào ống kính.

Giới thiệu

Giải pháp đề xuất: Xây dựng một giải pháp có thể ẩn danh có chọn lọc: tập trung che người lạ và không làm ảnh hưởng đến chủ thể chính. Dựa trên các phương pháp học sâu hiện đại để giải quyết các bài toán như: phát hiện đối tượng thời gian thực , định danh và theo dõi đa đối tượng . Sau khi xác định được những người cần phải xử lý thì tiến hành phân tích thay thế bằng các mặt nạ kĩ thuật số sinh động, bám sát với biểu cảm của con người

Input: Luồng video thời gian thực (Real-time video stream) chứa nhiều người.

Output: Luồng video đã qua xử lý, trong đó khuôn mặt các đối tượng không phải chủ thể được che phủ tự động. Hệ thống sử dụng các thuật toán phát hiện nhanh để định vị khuôn mặt và kỹ thuật so khớp đặc trưng để phân loại đối tượng, đảm bảo mặt nạ bám sát theo chuyển động



Mục tiêu

- **Nghiên cứu cơ sở lý thuyết và công nghệ**: Tìm hiểu và học cách áp dụng các phương pháp SOTA (State-of-the-art) của các bài toán liên quan như: phát hiện khuôn mặt, định danh, theo dõi đa đối tượng.

- **Xây dựng giải thuật và hệ thống**: Đề xuất và xây dựng một hệ thống có thể tự động nhận diện và phân loại theo thời gian thực; đồng thời hoàn thiện module hiển thị mặt nạ kĩ thuật số tương ứng theo biểu cảm, chuyển động của khuôn mặt

- **Thực nghiệm và đánh giá**: Đánh giá hiệu suất của hệ thống đề xuất trên các tiêu chí định lượng (tốc độ khung hình - FPS, độ trễ) và định tính (tính thẩm mỹ) so với các phương pháp làm mờ truyền thống

Nội dung và Phương pháp

- **Nội dung 1:** **Tìm hiểu tổng quan đề tài**
  - Phương pháp:
    - Tổng hợp và phân tích các tài liệu học thuật liên quan đến bảo vệ quyền riêng tư thị giác (Visual Privacy) .
    - Nghiên cứu và so sánh các hạn chế của các phương pháp ẩn danh hóa truyền thống (Làm mờ, Pixel hóa) so với các phương pháp hiện đại (Mask/Inpainting)
- **Nội dung 2:** **Nguyên cứu cơ sở lý thuyết và các mô hình nền tảng**
  - Phương pháp:
    - Khảo sát các phương pháp SOTA (State-of-the-art) từ các hội nghị hàng đầu (CVPR, ICCV,...) về các bài toán lõi: Phát hiện khuôn mặt (Face Detection) , Trích xuất đặc trưng (Feature Extraction) và Theo dõi đa đối tượng (Multi-object Tracking).
    - Tập trung phân tích các giải pháp hạng nhẹ, tối ưu (MobileNetV3) . Để có thể chạy được ở nhiều thiết bị.
- **Nội dung 3:** **Nghiên cứu phát triển các phương pháp mới**
  - Phương pháp:
    - Dự trên những gì đã nghiên cứu và tổng hợp. Tập trung nghiên cứu về phần hiệu năng, đề xuất các giải pháp để giải quyết đề theo dõi đa đối tượng và định danh. Tập trung vào hiệu năng sử lý để đáp ứng cho thời gian thực.
    - Xây dựng luồng xử lý (pipeline) tích hợp: Phát hiện – Theo dõi – Định danh.

Nội dung và Phương pháp

- **Nội dung 4: Xây dựng module hiển thị mặt nạ kỹ thuật số (Digital Masks):**
  - Phương pháp:
    - Nghiên cứu và cài đặt thuật toán tính toán ma trận biến đổi (Homography/Affine transform) để xác định vị trí, kích thước và góc nghiêng của khuôn mặt.
    - Ứng dụng kỹ thuật ghép chồng hình ảnh (Image Blending) để thay thế khuôn mặt người lạ bằng các mặt nạ kỹ thuật số, đảm bảo độ bám sát theo chuyển động của đối tượng.
- **Nội dung 5**: **Thực nghiệm và đánh giá hệ thống**
  - Phương pháp:
    - Xây dựng tập dữ liệu kiểm thử (Test set): Tự thu thập dữ liệu video thực tế tại các môi trường công cộng (quán cà phê, công viên) với các điều kiện ánh sáng và mật độ người khác nhau.
    - Đánh giá định lượng: Đo lường hiệu năng hệ thống thông qua các chỉ số: Tốc độ khung hình (FPS), Độ trễ (Latency) và Độ chính xác của việc phân loại đối tượng.
    - Đánh giá định tính: So sánh tính thẩm mỹ và trải nghiệm người xem giữa phương pháp đề xuất và phương pháp làm mờ truyền thống

Kết quả dự kiến

- **Xây dựng thành công phần mềm** có khả năng ẩn danh hóa đối tượng có chọn lọc. Hệ thống vận hành ổn định trên máy tính cá nhân và thực hiện chính xác chức năng phân loại chủ thể (streamer) và người lạ.
- **Đạt được hiệu năng xử lý tốt và đảm bảo tính thẩm mỹ**: đạt độ chính xác cao, mặt nạ tạo cảm giác tự nhiên, thoải mái cho người xem.
- **Tập dữ liệu kiểm thử và báo cáo khoa học**: xây dựng được tập dữ liệu kiểm thử hoạt động môi trường phát trực tiếp công cộng; Hoàn thiện báo cáo khoa học với đầy đủ cơ sở lý thuyết, quy trình xây dựng hệ thống và các kết quả đánh giá thực nghiệm định lượng, định tính.

Tài liệu tham khảo

- **[1].** Andrew Howard, Mark Sandler, Grace Chu, Liang-Chieh Chen, Bo Chen, Mingxing Tan, Weijun Wang, Yukun Zhu, Ruoming Pang, Vijay Vasudevan, Quoc V. Le, Hartwig Adam: Searching for MobileNetV3. ICCV 2019: 1314-1324
- **[2].** Nicolai Hukkelås, Rudolf Mester, Frank Lindseth: Deep Privacy: A Generative Adversarial Network for Face Anonymization. ISVC (2) 2019: 565-578
- **[3].** José Ramón Padilla-López, Andréa A. Chaaraoui, Francisco Flórez-Revuelta: Visual privacy protection methods: A survey. Expert Syst. Appl. 42(9): 4177-4195 (2015)
- **[4].** Joseph Redmon, Santosh Kumar Divvala, Ross B. Girshick, Ali Farhadi: You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. CVPR 2016: 779-788
- **[5].** Florian Schroff, Dmitry Kalenichenko, James Philbin: FaceNet: A Unified Embedding for Face Recognition and Clustering. CVPR 2015: 815-823
- **[6].** Paul A. Viola, Michael J. Jones: Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features. CVPR (1) 2001: 511-518
- **[7].** Nicolai Wojke, Alex Bewley, Dietrich Paulus: Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric. ICIP 2017: 3645-3649