

THÔNG TIN LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Họ và tên NCS: **NGUYỄN CHÍ SỸ**
Đề tài nghiên cứu: **XÂY DỰNG THUẬT TOÁN WATERMARKING ẢNH SỐ TRÊN PHÂN TÍCH ĐA PHÂN GIẢI**
Chuyên ngành: **Kỹ thuật viễn thông**
Mã số chuyên ngành: **62.52.02.08**
Tập thể hướng dẫn: **PGS. TS HÀ HOÀNG KHA**
TS. NGUYỄN MINH HOÀNG

Cơ sở đào tạo: **Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh**

Mục tiêu của luận án

Sự phát triển bùng nổ của Internet và các mạng xã hội đã tạo thuận lợi ngày càng tăng cho việc truyền tải và chia sẻ các ứng dụng đa phương tiện số như âm thanh, hình ảnh và video. Với sự phát triển của các công nghệ xử lý tín hiệu, tín hiệu đa phương tiện số có thể dễ dàng và đơn giản bị sao chép và bị giả mạo. Do đó, các vấn đề liên quan đến bảo vệ, xác thực nội dung và bản quyền thông tin đa phương tiện được quan tâm đặc biệt. Với dữ liệu ảnh số, có nhiều nghiên cứu sâu về cách ngăn chặn người dùng bất hợp pháp từ việc sao chép, sửa đổi và phân phối. Các kỹ thuật watermarking (tạm dịch là thủy vân) số nhúng thông tin cần giấu (được gọi là watermark) vào phương tiện truyền thông chủ (host media) để phát hiện và theo dõi sự vi phạm bản quyền. Các kỹ thuật này đã thu hút sự quan tâm đáng kể từ các nhà nghiên cứu và ngành công nghiệp sản xuất phương tiện truyền thông số. Kỹ thuật watermarking ảnh số có thể được tìm thấy trong nhiều ứng dụng thực tiễn như ứng dụng bảo vệ bản quyền, xác thực hình ảnh, ứng dụng trong y tế, phát hiện giả mạo, dấu vân tay số. Mục tiêu của luận án là phát triển các thuật toán nhúng và trích watermark thỏa mãn yêu cầu các ứng dụng watermarking trong bảo vệ bản quyền. Luận án tập trung nghiên cứu xây dựng thuật toán watermarking ảnh số trên phân tích đa phân giải. Hiệu năng của các thuật toán được phát triển sẽ được đánh giá theo nhiều thông số trên các cơ sở dữ liệu ảnh màu, ảnh xám chuẩn.

Những đóng góp chính của Luận án

Trước tiên, luận án khảo sát các kỹ thuật watermarking ảnh số trong miền không gian và miền biến đổi. Trong mỗi phương pháp, cơ sở của toán học, phương pháp watermarking, ưu điểm hạn chế của từng phương pháp được trình bày. Sau đó, luận án đề xuất vùng nhúng thích hợp trong miền phổ cho watermark để gia tăng tính bền và tính vô hình của các ảnh đã nhúng watermark. Các kết quả thực nghiệm của watermarking ảnh số trên miền không gian, biến đổi cosine rời rạc (DCT), biến đổi wavelet rời rạc (DWT), miền DCT-DWT kết hợp cũng được trình bày và thảo luận. Qua kết quả thực nghiệm cho thấy watermarking trong miền không gian không đảm bảo tính bền vững khi ảnh đã nhúng watermark bị tấn công bởi các hoạt động xử lý tín hiệu; tính bền vững khi nhúng watermark trong miền DWT tốt hơn nhúng trong miền DCT, tuy nhiên khi bị tấn công nén JPEG tính bền vững khi nhúng watermark vào miền DCT tốt hơn vào miền DWT nhưng không đáng kể; bằng cách nhúng

watermark vào băng con tần số giữa, chỉ nhúng bit 0, thuật toán watermarking ảnh số trong miền DCT-DWT kết hợp đảm bảo cân bằng tính vô hình và tính bền vững. Như vậy, đối với các ứng dụng watermarking cần tính bền vững thì giải pháp nhúng watermark trong miền không gian, miền DCT tỏ ra ít khả thi; nhúng watermark trong miền phân tích đa phân giải DWT, miền DCT-DWT kết hợp có thể áp dụng cho nhóm ứng dụng watermarking cần tính bền vững.

Tiếp theo, luận án đề xuất phương pháp khai thác phân tích đa phân giải Laplacian Pyramid (LP) cải tiến để phát triển giải thuật watermarking ảnh số mới, trong đó biến đổi LP cải tiến được sử dụng để phân tích và tổng hợp lại ảnh chủ. Để lựa chọn một giải pháp watermarking phù hợp, nhiều vùng băng con tần số được khảo sát với các mức và độ lợi khác nhau để thực hiện việc nhúng watermark. Các kết quả thực nghiệm của giải thuật đề xuất cho thấy các ảnh có thành phần tần số cao nhiều sẽ có tính vô hình tốt hơn khi nhúng watermark; tính bền vững và tính vô hình được đảm bảo với các độ lợi khác nhau, trên các băng con tần số thấp và tần số giữa; khi được so sánh với các giải thuật watermarking sử dụng curvelets, giải thuật đề xuất là bền vững hơn khi bị tấn công bởi nén JPEG có tổn hao và các tấn công lọc thông thấp Gaussian. Hơn nữa, phương pháp đề xuất cũng hiệu quả khi xét về thời gian tính toán. Do đó, giải pháp watermarking ảnh số trên miền LP có khả năng áp dụng hiệu quả trong các ứng dụng watermarking bền vững và thời gian tính toán thấp.

Trong một nghiên cứu khác, luận án sử dụng phân tích đa phân giải định hướng curvelet cho watermarking ảnh số bởi vì biến đổi curvelet là hiệu quả khi trình bày các đường cong với ít hệ số hơn các biến đổi khác như wavelets với cùng một độ chính xác. Nghiên cứu này khảo sát các tỷ lệ khác nhau của miền biến đổi curvelet để nhúng watermark nhằm đạt được cả tính bền vững và tính vô hình. Hiệu năng thuật toán watermarking ảnh số trong miền biến đổi curvelet được so sánh với cùng một thuật toán nhưng được áp dụng trên miền DCT-DWT kết hợp. Kết quả thực nghiệm đã chỉ ra rằng tính vô hình (PSNR) trong điều kiện ảnh đã nhúng watermark chưa bị tấn công hơn 42 (dB) và tính bền vững (NC) trong hầu hết các tấn công hơn 0.9. Hiệu năng xét về tính vô hình và tính bền vững của thuật toán đề xuất là tốt hơn so với thuật toán được áp dụng trên miền DCT-DWT kết hợp khi bị tấn công bởi nén JPEG có tổn hao, nhiều speckle và nhiễu Gaussian. Đây cũng là một phương pháp watermarking mờ, vô hình, bền vững có thể áp dụng vào thực tiễn hiệu quả.

Một đóng góp khác của nghiên cứu trong luận án này liên quan đến kỹ thuật watermarking ảnh số màu mới dựa trên các phép biến đổi định hướng. Nghiên cứu này khảo sát hiệu năng giải thuật watermarking sử dụng biến đổi curvelet rời rạc nhanh (FDCT) và biến đổi contourlet (CT). Nghiên cứu tiến hành khảo sát để chọn ra độ lợi và các mức phân tích phù hợp nhất để tiến hành watermarking. Luận án đánh giá hiệu năng của các giải thuật watermarking sử dụng các phép biến đổi định hướng dựa trên cơ sở dữ liệu ảnh màu chuẩn xét về tính bền vững và tính vô hình. Các kết quả thực nghiệm cho thấy các giải thuật watermarking trong các miền biến đổi định hướng có tính vô hình và tính bền vững tốt hơn khi áp dụng cùng một giải thuật trên các miền DWT; các ảnh có nhiều thông tin hướng tính có tính bền vững tốt hơn các ảnh có ít thông tin hướng tính. Phương pháp watermarking với các phép biến đổi định hướng thực sự phù hợp với các ảnh có nhiều thông tin hướng tính.

Sau cùng, luận án đề xuất một giải thuật mới về watermarking ảnh số mờ dựa trên sự kết hợp của biến đổi wavelet rời rạc và mạng nơ ron tích chập (CNN). Ảnh chủ được phân tích

bởi DWT thành các băng con, các băng con tần số thấp và các băng con tần số cao, băng con tần số giữa được sử dụng làm dữ liệu đầu vào và dữ liệu đích đầu ra để huấn luyện mô hình CNN cho việc nhúng và trích watermark. Kết quả thực nghiệm chỉ ra rằng giải thuật đề xuất có hiệu năng vượt trội chống lại các tấn công như nén JPEG có tổn hao, lọc median và lọc trung bình, nhiễu muối tiêu, nhiễu Gaussian, nhiễu speckle, điều chỉnh độ sáng tối, điều chỉnh tỷ lệ, cắt và shearing.

Tập thể hướng dẫn
(Ký, ghi rõ họ tên)

Nghiên cứu sinh
(Ký, ghi rõ họ tên)

PGS. TS Hà Hoàng Kha

Nguyễn Chí Sỹ