

THÔNG TIN LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Họ và tên NCS: **NGUYỄN THANH TUẤN**
Đề tài nghiên cứu: **NÂNG CAO HIỆU QUẢ KỸ THUẬT WATERMARKING THIẾU THÔNG TIN TIÊN NGHIỆM CHO ẢNH Y TẾ VÀ ẢNH ĐA KÊNH**
Chuyên ngành: **Kỹ thuật viễn thông**
Mã số chuyên ngành: **62.52.02.08**
Tập thể hướng dẫn: **GS. TS. LÊ TIẾN THƯỜNG**
Cơ sở đào tạo: **Trường đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh**

Mục tiêu của luận án

Watermarking là kỹ thuật nhúng trích thông điệp (thông tin) vào dữ liệu đa phương tiện. Gần đây, kỹ thuật này nhận được sự quan tâm rất lớn trong nghiên cứu lý thuyết cũng như triển khai ứng dụng do khả năng có thể giải quyết nhiều vấn đề thực tiễn. Mặc dù có nhiều giải pháp thực hiện khác nhau nhưng nhìn chung có thể chia kỹ thuật watermarking ra làm hai loại là có đầy đủ thông tin tiên nghiệm (tường minh) và thiếu thông tin tiên nghiệm (mù). Phần lớn các giải pháp cải tiến đề xuất cho kết quả tốt với watermarking tường minh nhưng lại bị giới hạn trong phạm vi ứng dụng thực tế do yêu cầu phải có dữ liệu gốc hoặc các đặc trưng của dữ liệu gốc trong quá trình trích thông tin. Mặt khác, trong trường hợp watermarking ảnh, nhiều tác giả chỉ tập trung cải tiến các giải thuật cho một loại ảnh cụ thể, phần lớn là ảnh xám đơn kênh thông thường. Số lượng các nghiên cứu cho các loại ảnh y tế và ảnh đa kênh vẫn còn giới hạn và thách thức. Bên cạnh đó, các thông số trong các giải thuật này chủ yếu được lựa chọn dựa trên kinh nghiệm hoặc thử nghiệm đơn giản mà thiếu các phân tích đánh giá tối ưu. Ngoài ra, nhiều tác giả không xem xét tính bền vững của thông tin nhúng trước đầy đủ các loại tấn công khác nhau hay tính năng bảo mật khi thực hiện trích thông tin.

Do đó, mục tiêu của luận án là đưa ra các giải pháp nâng cao hiệu quả của các kỹ thuật watermarking thiếu thông tin tiên nghiệm với ảnh y tế và ảnh đa kênh ở miền không gian cũng như các miền biến đổi phù hợp với mỗi yêu cầu ứng dụng cụ thể. Các giải pháp đề xuất được phân tích có thể áp dụng cho cả hai trường hợp watermarking một bit và nhiều bit. Các kết quả lý thuyết đã được kiểm chứng thông qua mô phỏng và ứng dụng thực tiễn. Các kết quả được thực hiện với nhiều loại ảnh phổ biến cũng như đặc thù và xem xét các loại tấn công khác nhau bao gồm cả hai loại đồng bộ và không đồng bộ. Bên cạnh việc đánh giá tính cảm thụ, tính bền vững, luận án còn bổ sung đánh giá độ tin cậy và tăng cường tính năng bảo mật để phù hợp với các yêu cầu đặc thù trong lĩnh vực y tế.

Những đóng góp chính của luận án

Nội dung đóng góp đầu tiên của luận án là đề xuất hai giải pháp DICOM_LSB_AES và DICOM_LSB_AES_RONI bằng cách kết hợp kỹ thuật mã hóa và kỹ thuật mật mã AES

(Advanced Encryption Standard) để nhúng trích thông tin cá nhân trong toàn bộ hoặc chỉ vùng không quan trọng RONI (Region Of Non-Interest) của ảnh y tế đặc thù DICOM (Digital Imaging and COmmunications in Medicine) dựa trên kỹ thuật thay thế bit trọng số thấp LSB (Least Significant Bit) nhằm tăng cường tính bảo mật hỗ trợ cho ứng dụng y tế từ xa. Với đặc trưng ảnh DICOM thường sử dụng hơn 8 bit so với các định dạng ảnh xám (đơn sắc) phổ biến, có thể hỗ trợ lên đến 16 bit để đạt chất lượng hiển thị cao cho chẩn đoán thì việc nghiên cứu hoàn thiện kỹ thuật watermarking LSB cho ảnh DICOM mang lại hiệu quả rõ rệt về mặt cảm thụ. Ngoài ra, phương pháp này còn có thuận lợi là đơn giản trong thực hiện nhúng và trích thông tin do có thể thực hiện trực tiếp trong miền không gian nên phù hợp với ứng dụng thực tiễn.

Tiếp theo, một nội dung nghiên cứu khác của luận án tập trung đề xuất các giải pháp watermarking hiệu quả cho ảnh y tế dựa trên kỹ thuật lượng tử nhằm nâng cao tính bền vững bằng cách chọn lọc các đặc trưng SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) ổn định trong khi quá trình trích vẫn không cần sử dụng ảnh gốc hoặc thông tin đặc trưng ban đầu để so khớp các đặc trưng như một số phương pháp truyền thống. Ngoài giải pháp watermarking cho một bit thông tin Q_SIFT (Quantization_SIFT), luận án còn mở rộng phân tích đánh giá watermarking nhiều bit với hai giải pháp nhúng theo hình quạt FSMQ_SIFT (Fan-shaped Multi-bit Q_SIFT) và hình nửa vành khuyên HRSMQ_SIFT (Half-Ring-shaped Multi-bit Q_SIFT). Với mỗi giải pháp, luận án đều bổ sung tính bảo mật kép bằng cách khai thác các thông số của đặc trưng SIFT qua giải pháp SQ_SIFT (Secure Q_SIFT) và khóa bí mật. Các mô phỏng được xem xét với đa dạng phương thức tạo ảnh y tế phổ biến bao gồm cắt lớp vi tính (Computed Tomography), cộng hưởng từ (Magnetic Resonance Imaging), X quang (X-Ray), siêu âm (UltraSound) nhằm đánh giá mức độ hiệu quả các giải pháp đề xuất đạt hiệu quả cao trước nhiều loại tấn công điển hình trong xử lý ảnh y tế từ loại không đồng bộ như nhiễu, nén, lọc, cho đến đồng bộ như xoay, co giãn, cắt xén và cả siêu phân giải dùng trí tuệ nhân tạo dựa trên mô hình kiến trúc mạng học sâu RRDN (Residual-in-Residual Dense Network).

Sau cùng, luận án đưa ra các điều chỉnh cải tiến mở rộng MISS (Multi-bit Improved SS), MISS_DCT (MISS_Discrete Cosine Transform) và MISS_DWT (MISS_Discrete Wavelet Transform) nhằm nâng cao hiệu quả của phương pháp watermarking dựa trên kỹ thuật trải phổ SS (Spread Spectrum) truyền thống cho ảnh đơn kênh nhằm khắc phục một số hạn chế còn tồn tại, để từ đó phát triển đề xuất giải pháp mới watermarking trải phổ hợp tác CSS (Cooperative SS) và khai thác biến đổi KLT (Karhunen-Loève Transform) với giải pháp CSS_KLT để giải tương quan giữa các thành phần tín hiệu của ảnh đa kênh. Bên cạnh đó, các giải pháp cải tiến để loại bỏ can nhiễu giữa watermark và các kênh ảnh cũng như mở rộng watermarking nhiều bit cũng được đề xuất và phân tích, bao gồm ICSS (Improved CSS), MCSS (Multi-bit CSS), ICSS_KLT (Improved CSS_KLT), MCSS_KLT (Multi-bit CSS_KLT). Các kết quả được phân tích lý thuyết bằng mô hình toán học đồng thời kiểm chứng qua mô phỏng và thực nghiệm với các loại ảnh y tế khác nhau.

Tập thể hướng dẫn

Nghiên cứu sinh

GS. LÊ TIẾN THƯỜNG

NGUYỄN THANH TUẤN