

# HIỆU QUẢ ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG CHUYỂN ĐỔI TÍN HIỆU NON-DICOM VÀ TỰ ĐỘNG HÓA NHẬN ĐỊNH KẾT QUẢ ĐIỆN NÃO ĐỒ

Bùi Mỹ Hạnh<sup>1,2,✉</sup>, Vương Thị Ngân<sup>1</sup>, Nguyễn Thị Thuỳ Trang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bệnh viện Đại học Y Hà Nội

<sup>2</sup>Trường Đại học Y Hà Nội

Phân tích điện não đồ gặp nhiều khó khăn đặc biệt đối với bác sĩ không phải chuyên khoa do đây là loại dữ liệu non-dicom phức tạp, chưa chuyển đổi đồng bộ trên hệ thống HIS. Nghiên cứu nhằm đánh giá kết quả ứng dụng trí tuệ nhân tạo chuyển đổi dữ liệu lên hệ thống HIS dưới dạng dicom và tự động nhận định, trích xuất kết quả. Ứng dụng trí tuệ nhân tạo cho 900 bản ghi của người bình thường và người mắc các bệnh lý thần kinh từ 1/2021 đến 6/2023 tại Bệnh viện Đại học Y Hà Nội. Kết quả cho thấy chuyển đổi, đồng bộ trực tiếp 100% dữ liệu từ máy ghi chuyên dụng lên hệ thống HIS; nhận diện, phân tích, hiển thị sóng điện não dựa trên các đặc tính về tần số, biên độ, định khu theo các mốc ghi đạt độ chính xác lên đến 98%; tự động trích xuất chính xác 100% thành phiếu trả lời kết quả. Thời gian thành phần và tổng thời gian được rút ngắn 8,75 lần, tiết kiệm được 465 giờ làm việc với gần 4,6 tỷ điểm dữ liệu được lưu trữ so với quy trình thủ công. Đây là công cụ hỗ trợ đắc lực cho bác sĩ tiếp cận kết quả dễ dàng, nhanh chóng, chính xác đặc biệt cho những cơ sở y tế thiếu bác sĩ chuyên khoa và trang thiết bị.

**Từ khóa:** Điện não đồ, tự động hoá, trí tuệ nhân tạo, máy học, học sâu, hiệu quả, tính chính xác.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Điện não đồ (ĐNĐ) là công cụ cần thiết để đánh giá chức năng thông qua các hoạt động điện học của các tế bào thần kinh.<sup>1</sup> ĐNĐ được chỉ định trong trường hợp nghi ngờ các bệnh lý: động kinh, rối loạn giấc ngủ, hội chứng lú lẫn, chết não...<sup>2</sup> Hình ảnh ĐNĐ theo vùng giải phẫu giúp làm rõ các chẩn đoán phân biệt trong hoạt động thần kinh kịch phát, phân loại cơn giật và các hội chứng động kinh. ĐNĐ cũng có thể ghi nhận sóng bất thường trong rối loạn chức năng não khi hình ảnh cấu trúc bình thường từ đó giúp phát hiện các bất thường khu trú hoặc lan tỏa ở người có bệnh lý não.<sup>3</sup> Hình ảnh ĐNĐ được ghi lại và hiển thị với số đường ghi có

thể là 8, 10, 12, 14... 32, 64 tùy theo từng loại máy. Do vậy, tính chất phức tạp của hình ảnh ĐNĐ gây khó khăn trong việc nhận định chính xác kết quả, đặc biệt đối với các bác sĩ ít kinh nghiệm và bác sĩ không chuyên khoa. Đối với cách thức truyền thống, sau khi ghi điện não cho người bệnh, kỹ thuật viên phải chọn từng đoạn hình ảnh đạt yêu cầu, in ra khoảng 20 - 30 trang A4 các đoạn hình ảnh từ máy chuyên dụng, chuyển bác sĩ đọc và/hoặc trả lời kết quả bằng giấy cho người bệnh tự cầm mang đến bác sĩ lâm sàng, tổng thời gian của cách làm này hết khoảng 60 phút không tính thời gian đặt điện cực và ghi điện não. Ở một số không nhiều các bệnh viện có bệnh án điện tử và có kết nối với hệ thống PACS, các đoạn hình ảnh đạt yêu cầu sẽ được đẩy lên hệ thống HIS bằng thao tác chuyển thủ công dưới dạng file pdf cho bác sĩ nhận định, phân tích các sóng điện não, đưa ra nhận xét và kết luận. Cách làm này vẫn

Tác giả liên hệ: Bùi Mỹ Hạnh

Bệnh viện Đại học Y Hà Nội

Email: buimyhanh@hmu.edu.vn

Ngày nhận: 21/09/2023

Ngày được chấp nhận: 16/10/2023

tốn khoảng 30ph, dễ xảy ra sai sót và dễ bỏ sót sóng bất thường chưa kể dữ liệu dạng pdf không có giá trị trong đồng bộ, phân tích, tra cứu, chia sẻ dữ liệu. Để khắc phục điều này, trên thế giới có một số nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo (TTNT) nhận định kết quả ĐNĐ từ các thuật toán học máy (machine learning) cơ bản như mạng ANN, ICA, PCA, LFDA cho đến các thuật toán học sâu (deep learning) như: CNN, RNN, DBN.<sup>4-6</sup> Kết quả ban đầu cho thấy các ứng dụng này có thể hỗ trợ bác sĩ trong việc nhận định các hoạt động bình thường, không bình thường trên ĐNĐ như các hoạt động kịch phát, động kinh, các giai đoạn giấc ngủ, và nhận dạng các trạng thái cảm xúc...<sup>6</sup>

Ở Việt Nam, 100% các máy điện não nói riêng và các máy thăm dò chức năng điện sinh lý thần kinh nói chung đều chưa kết nối dicom, chưa đồng bộ dữ liệu lên hệ thống HIS và chưa có nghiên cứu nào trả lời được câu hỏi có thể ứng dụng TTNT trong giải quyết các bất cập nêu trên hay không? Do vậy, mục tiêu nghiên cứu này nhằm đánh giá kết quả ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong chuyển đổi tín hiệu non-dicom và tự động hóa nhận định kết quả điện não đồ.

## II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

### 1. Đối tượng

900 bản ghi điện não bao gồm 788 bản ghi bình thường và 112 bản ghi bất thường.

### 2. Phương pháp

**Thiết kế nghiên cứu:** mô tả cắt ngang đánh giá kết quả ứng dụng TTNT trong tự động nhận định kết quả ĐNĐ.

**Thời gian và địa điểm:** Nghiên cứu được tiến hành từ tháng 1/2021 đến tháng 6/2023 tại Khoa Thăm dò chức năng, Bệnh viện Đại học Y Hà Nội.

#### **Biến số nghiên cứu**

- Dữ liệu đầu vào:

Bản ghi ĐNĐ hoàn chỉnh sử dụng 20 điện cực gắn vào da đầu tại các điểm Fp1, Fp2, F3, C3, P3, O1, Fp2, F4, C4, P4, O2, F7, T3, T5, F8, F4, T6, Fz, Cz,

Pz (hệ thống 10 - 20 quốc tế). Quá trình ghi được thực hiện với time constant là

0,3s, độ lọc trên tần số 120Hz, tốc độ giấy 3 cm/s và độ nhạy 0,5 cm/50V.

- Dữ liệu đầu ra:

+ Bộ dữ liệu điện não được dán nhãn, nhận diện, hiển thị màu các điểm ảnh sóng alpha, beta, sóng nhiễu và sóng bất thường với đặc tính về tần số, biên độ, vị trí xuất hiện.

+ Các mô tả tự động bản ghi điện não được phân tích, hiển thị bao gồm: nhịp nền, đáp ứng trong nghiệm pháp nhắm-mở mắt hoàn toàn/không hoàn toàn, nghiệm pháp kích thích tăng thông khí: có/không có sóng bất thường, nghiệm pháp kích thích ánh sáng(18Hz): có/không có sóng bất thường, có/không có hoạt động kịch phát.

+ Các kết luận tự động tổng hợp, trích xuất, hiển thị dựa trên kết quả nhận diện và phân tích sóng ĐNĐ.

- Biến số thời gian:

+ Thời gian chuyển đổi, tải dữ liệu lên HIS.

+ Thời gian nhận diện, hiển thị.

+ Thời gian mô tả, hiển thị phân tích.

+ Thời gian trích xuất, hiển thị kết luận.

+ Thời gian tạo phiếu báo cáo kết quả hoàn chỉnh.

- Các lỗi sai gặp phải:

+ Lỗi tải nhầm file lên HIS.

+ Lỗi không nhận diện, hiển thị sóng.

+ Lỗi nhận diện, hiển thị sai sóng.

+ Lỗi không mô tả, hiển thị phân tích.

+ Lỗi mô tả, hiển thị sai phân tích.

+ Lỗi không trích xuất, hiển thị kết luận.

+ Lỗi trích xuất, hiển thị sai kết luận.

+ Lỗi sai chính tả khi viết kết luận.

+ Lỗi không tạo được phiếu báo cáo kết quả.

## Xử lý số liệu

Sử dụng các phép thống kê mô tả và so sánh sự khác biệt giữa nhóm ứng dụng TTNT và phương pháp thủ công dựa vào test kiểm định independent sample T-test.

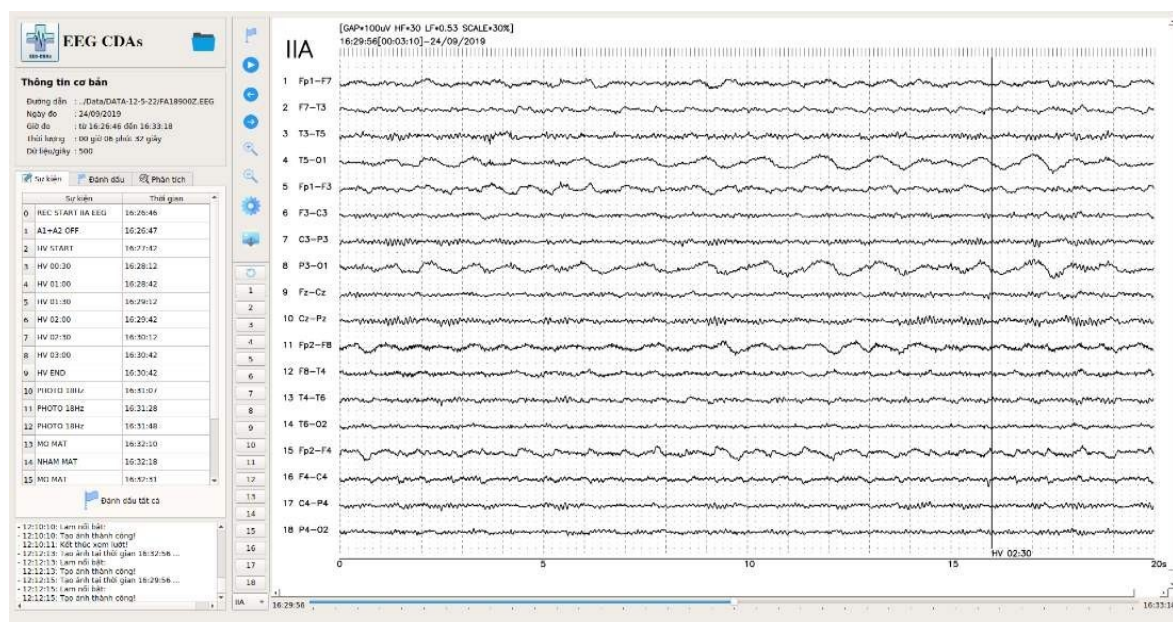
## 3. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu đã được sự chấp thuận của Hội đồng đạo đức Trường Đại học Y Hà Nội (số quyết định 563/GCN-HĐĐĐNCYSH-ĐHYHN ngày 30/9/2021).

## III. KẾT QUẢ

### 1. Tính năng kỹ thuật

- Kết nối hệ thống máy ghi chuyên dụng-HIS  
Dữ liệu trên máy ghi chuyên dụng được trực tiếp chuyển đổi, tích hợp trên hệ thống HIS, có thể tùy chỉnh các thông số hiển thị như: giới hạn lọc nhiễu (giới hạn trên và giới hạn dưới), khuếch đại, các sự kiện/ nghiệm pháp hiển thị chính xác theo thời gian, làm nổi bật riêng một sóng bất kỳ (hình 1).

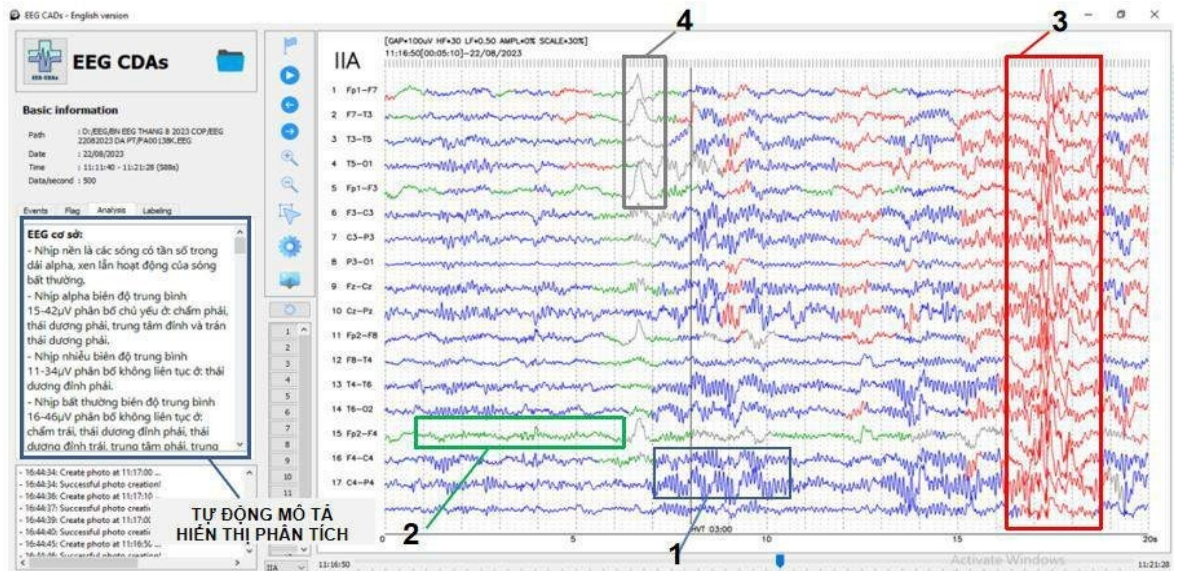


Hình 1. Giao diện kết nối máy ghi chuyên dụng-HIS

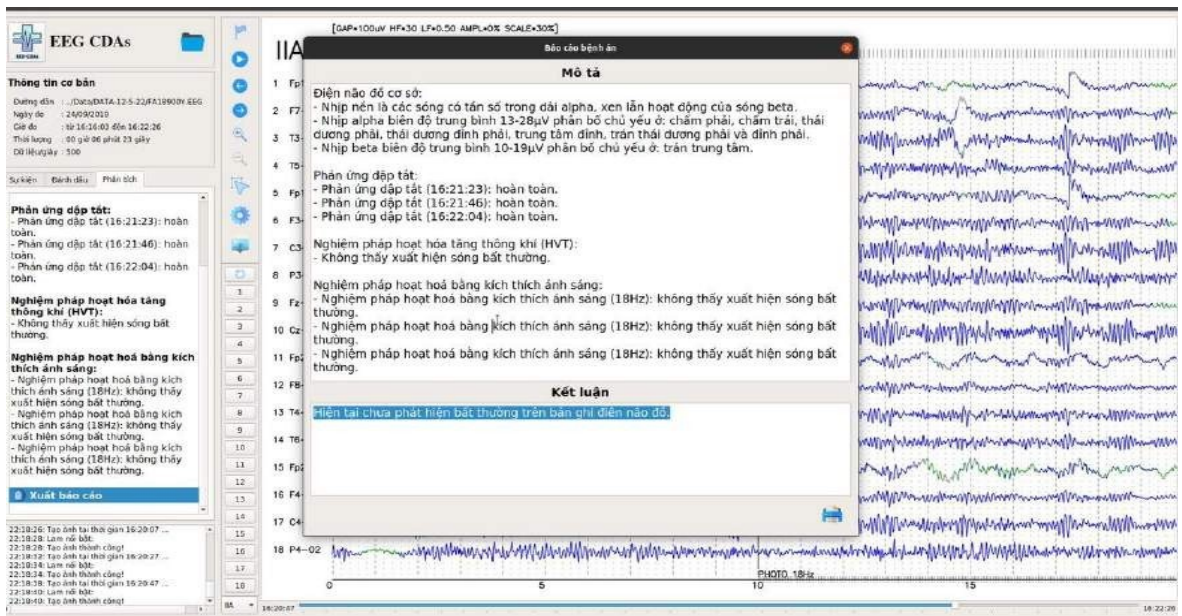
Bộ dữ liệu điện não được dán nhãn, nhận diện, hiển thị màu các sóng alpha (màu xanh dương), beta (màu xanh lá cây), sóng nhiễu (màu xám) và các sóng bất thường (màu đỏ) với đặc tính về tần số, biên độ, vị trí xuất hiện. Riêng tính năng dán nhãn bác sĩ có thể tùy chỉnh không giới hạn số lượng các điểm ảnh nếu thấy chưa chính xác. Các mô tả tự động bản ghi điện não được nhận định, hiển thị bao gồm:

nhịp nền, đáp ứng trong nghiệm pháp nhắm-mở mắt hoàn toàn/không hoàn toàn, nghiệm pháp kích thích tăng thông khí: có/không có sóng bất thường, nghiệm pháp kích thích ánh sáng(18Hz): có/không có sóng bất thường, có/không có hoạt động kích phát (hình 2).

Các kết luận tự động tổng hợp, trích xuất, hiển thị dựa trên kết quả nhận diện và phân tích sóng ĐNĐ (hình 3).



Hình 2. Giao diện tính năng ứng dụng Sóng alpha, (2) Sóng beta, (3) Sóng bất thường, (4) Sóng nhiễu



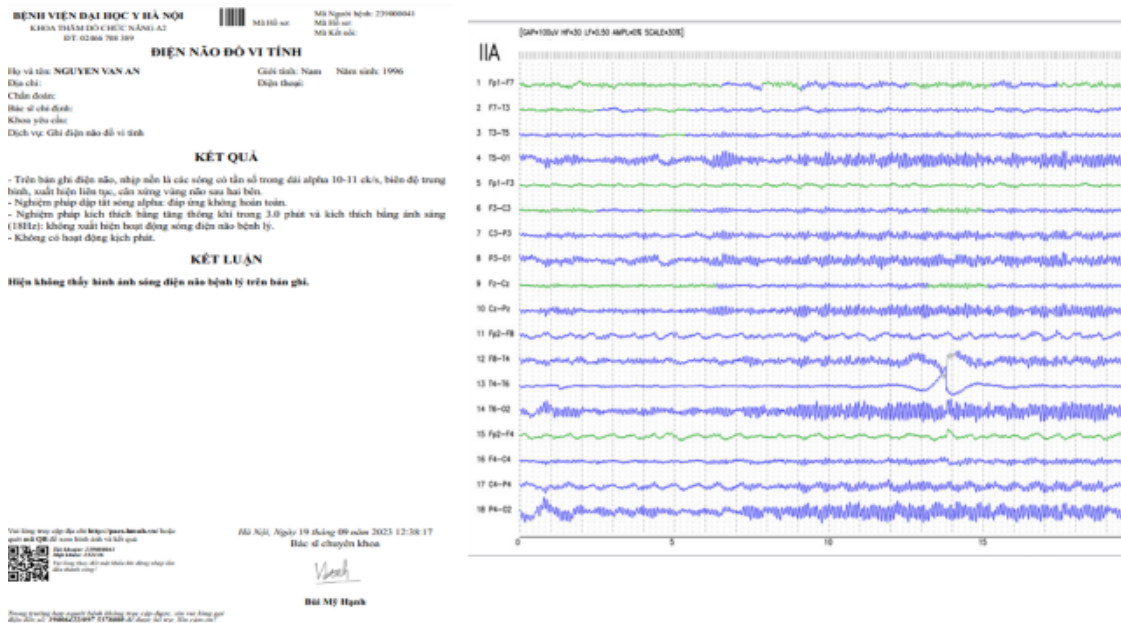
Hình 3. Giao diện tính năng tự động trích xuất kết luận

Tự động tạo phiếu trả lời kết quả: phiếu kết quả hoàn chỉnh được báo cáo bao gồm đầy đủ thông tin người bệnh, mô tả và kết luận về ĐND (hình 4).

## 2. Đánh giá ứng dụng CNTT

### **Khả năng chuyển đổi, kết nối, đồng bộ**

100% dữ liệu gốc dưới dạng .pnt, .log, .21e trên máy ghi chuyên dụng được trực tiếp chuyển đổi, tích hợp trên hệ thống HIS.



Hình 4. Phiếu trả lời kết quả

**Khả năng nhận diện, hiển thị các sóng ĐND**

**Bảng 1. Tỷ lệ (%) nhận diện các sóng điện não theo đặc tính (n = 900)**

Bản ghi	Sóng ĐND	Tính chất	Thủ công	Thủ công+HIS	Thủ công+HIS+TTNT
Bình thường (n = 788)	Alpha	Tần số	(-)	(-)	772/788 (98,0)
		Biên độ	(-)	(-)	748/788 (94,9)
		Định khu	(-)	(-)	746/788 (94,7)
	Beta	Tần số	(-)	(-)	750/788 (95,1)
		Biên độ	(-)	(-)	746/788 (94,7)
		Định khu	(-)	(-)	743/788 (94,3)
Bất thường (n = 112)	Alpha	Định khu	(-)	(-)	730/788 (92,6)
		Tần số	(-)	(-)	108/112 (96,4)
		Biên độ	(-)	(-)	106/112 (94,6)
	Beta	Định khu	(-)	(-)	106/112 (94,6)
		Tần số	(-)	(-)	105/112 (93,8)
		Biên độ	(-)	(-)	102/112 (91,1)
		Định khu	(-)	(-)	100/112 (89,3)

Bản ghi	Sóng ĐNĐ	Tính chất	Thủ công	Thủ công+HIS	Thủ công+HIS+TTNT
Bất thường (n = 112)	Sóng bất thường	Tần số	(-)	(-)	106/112 (94,6)
		Biên độ	(-)	(-)	104/112 (92,8)
	Nhiều	Định khu	(-)	(-)	99/112 (88,4)
		Định khu	(-)	(-)	97/112 (86,6)

Ghi chú: (-): Không thực hiện được

Tỷ lệ nhận diện, hiển thị bằng màu bản ghi bình thường, kĩ thuật ghi tốt đạt tỷ lệ 100%. Tỷ lệ nhận diện được tất cả các sóng alpha, beta, các sóng bất thường, nhiều về tần số, biên độ, định khu chính xác lên đến 98%. Khả năng nhận diện sóng nhiều trên bản ghi bất thường

có tỷ lệ thấp nhất (86,6%). Tính năng này không thực hiện được ở trên cả hệ thống thủ công và kết hợp thủ công với HIS.

**Khả năng tự động nhận diện, phân tích sóng ĐNĐ theo các mốc ghi**

**Bảng 2. Tỷ lệ (%) nhận diện sóng điện não theo các mốc ghi ĐNĐ (n = 900)**

Mốc	Sóng ĐNĐ	Thủ công	Thủ công+HIS	Thủ công+HIS+TTNT
Giai đoạn cơ sở	Alpha	(-)	(-)	889/900 (98,8)
	Beta	(-)	(-)	885/900 (98,3)
	Sóng bất thường	(-)	(-)	872/900 (96,9)
	Nhiều	(-)	(-)	858/900 (95,3)
Nghiệm pháp nhắm-mở mắt	Alpha	(-)	(-)	884/900 (98,2)
	Beta	(-)	(-)	883/900 (98,1)
	Sóng bất thường	(-)	(-)	860/900 (95,6)
	Nhiều	(-)	(-)	843/900 (93,7)
Nghiệm pháp kích thích tăng thông khí	Alpha	(-)	(-)	877/900 (97,4)
	Beta	(-)	(-)	870/900 (96,7)
	Sóng bất thường	(-)	(-)	855/900 (95,0)
	Nhiều	(-)	(-)	838/900 (93,1)
Nghiệm pháp kích thích ánh sáng	Alpha	(-)	(-)	865/900 (96,1)
	Beta	(-)	(-)	857/900 (95,2)
	Sóng bất thường	(-)	(-)	860/900 (95,6)
	Nhiều	(-)	(-)	830/900 (92,2)

Ghi chú: (-): Không thực hiện được

Khả năng tự động nhận diện các sóng alpha, beta, sóng bất thường và nhiễu trong giai đoạn cơ sở đạt tỷ lệ cao nhất, lần lượt là 98,8%; 98,3%; 96,9% và 95,3%. Khả năng nhận diện

sóng nhiễu có tỷ lệ thấp nhất ở tất cả các mốc sự kiện của bản ghi. Tính năng này không thực hiện được ở trên cả hệ thống thủ công và kết hợp thủ công với HIS.

**Bảng 3. Các lỗi sai gặp phải khi nhận định kết quả ĐNĐ (n = 900)**

Tên lỗi	Thủ công	Thủ công +HIS	Thủ công +HIS+TTNT
Lỗi tải nhầm file lên HIS	(-)	32 (3,6%)	0 (0%)
Lỗi không nhận diện, hiển thị sóng	(-)	(-)	0 (0%)
Lỗi nhận diện, hiển thị sai sóng	56 (6,2%)	45 (5%)	11 (1,2%)
Lỗi không mô tả, hiển thị phân tích	(-)	(-)	0 (0%)
Lỗi mô tả, hiển thị sai phân tích	48 (5,3%)	36 (4,0%)	9 (1,0%)
Lỗi không trích xuất, hiển thị kết luận	(-)	(-)	0 (0%)
Lỗi trích xuất, hiển thị sai kết luận	18 (2,0%)	12 (1,3%)	0 (0%)
Lỗi sai chính tả khi viết kết luận	158 (17,6%)	130 (14,4%)	0 (0%)
Lỗi không tạo được phiếu báo cáo kết quả	(-)	5 (0,06%)	2 (0,02%)
Tổng số lỗi sai	280 (31,1%)	260 (28,7%)	22 (2,4%)
Độ chính xác tổng thể	68,9%	71,3%	97,6%

Ghi chú: (-): Không thực hiện được

Các lỗi liên quan đến bác sĩ trả lời kết quả như: nhận diện sóng sai, mô tả sóng sai, sai chính tả là các lỗi thường gặp nhất ở phương pháp thủ công. Khi có HIS, lỗi tải nhầm file chiếm tỷ lệ 3,6%. Khi ứng dụng TTNT, tỷ lệ lỗi nhận diện sai sóng ĐNĐ chiếm tỷ lệ cao nhất (1,2%), chủ yếu là các sóng nhiễu. Lỗi không

tạo được phiếu báo cáo kết quả xảy ra với tỷ lệ thấp liên quan trực tiếp đến hạ tầng đường internet trực trực, gián đoạn chung. Tổng số lỗi sai của phương pháp ứng dụng TTNT, thủ công khi có HIS và thủ công lần lượt là 2,4%; 28,7% và 31,1%. Độ chính xác tổng thể của phương pháp ứng dụng TTNT đạt 97,6%.

#### Hiệu quả về thời gian

**Bảng 4. Hiệu quả về thời gian khi ứng dụng TTNT (n = 900)**

Thời gian trung bình/bản ghi (phút)	Thủ công (1)	Thủ công +HIS (2)	Thủ công +HIS+TTNT (3)
Tải dữ liệu lên HIS	(-)	5 ± 1	0,5 ± 0,05
Nhận diện, hiển thị	10 ± 2	10 ± 2	1 ± 0,1
Mô tả, hiển thị	10 ± 1,5	10 ± 1,25	1 ± 0,075
Trích xuất, hiển thị kết luận	5 ± 0,5	5 ± 0,45	0,5 ± 0,05
Tạo phiếu trả lời kết quả	5 ± 1	5 ± 0,5	1 ± 0,05

Thời gian trung bình/bản ghi (phút)	Thủ công (1)	Thủ công +HIS (2)	Thủ công +HIS+TTNT (3)
Tổng ( x 900)	27.000	31.500	3.600
Tiết kiệm 1-2		4.500 phút (75 giờ)	
Tiết kiệm 1-3		23.400 phút (390 giờ)	
Tiết kiệm 2-3		27.900 phút (465 giờ)	

Ghi chú: (-): Không thực hiện được

Thời gian trả lời kết quả trung bình của nhóm ứng dụng TTNT là 4 phút nhanh hơn đáng kể so với phương pháp thủ công khi có HIS là 35 phút ( $p < 0,001$ ). Thời gian trả lời kết quả của

nhóm ứng dụng TTNT rút ngắn 8,75 lần so với phương pháp thủ công khi có HIS, tiết kiệm được 465 giờ làm việc.

### 3. Hiệu quả về dữ liệu

**Bảng 5. Số điểm dữ liệu được lưu trữ khi ứng dụng TTNT (n = 900)**

Loại dữ liệu	Thủ công (1)	Thủ công +HIS (2)	Thủ công +HIS+TTNT (3)
Thông tin đối tượng	0	14	14
Điểm dữ liệu điện não trung bình/bản ghi	0	0	5.100.000
Tổng điểm dữ liệu được lưu trữ	0	12.600	4.590.012.600

Khi chưa có hệ thống HIS, tất cả các kết quả ĐNĐ chỉ nằm trong máy ghi chuyên dụng. Khi hệ thống HIS xuất hiện đã giúp lưu lại thông tin về đối tượng nhưng không lưu trữ được dữ liệu dicom về ĐNĐ. Ứng dụng TTNT đã giúp đồng bộ, lưu trữ gần 4,6 tỷ điểm dữ liệu trên HIS dưới dạng dicom có thể phân tích, trích xuất và chia sẻ.

## IV. BÀN LUẬN

Rất nhiều ngộ nhận giữa việc ứng dụng công nghệ thông tin với HIS - bệnh án điện tử và càng nhiều phát biểu không rõ giữa bệnh án điện tử và ứng dụng AI. Theo Thông tư 46/2018/TT-BYT của Bộ Y tế đến năm 2030, yêu cầu tất cả các cơ sở khám bệnh, chữa bệnh trên toàn quốc phải hoàn thành triển khai hồ sơ bệnh án điện tử và phải chuyển đổi số.

Theo đó, sẽ có 4 mức độ về chuyển đổi số đối với kỹ thuật ghi điện não. Mức độ 1 chỉ là các bác sĩ có sẵn những bản kết quả trả lời mẫu được lưu trữ trong file docx sau đó đọc bản ghi in có lựa chọn trực tiếp từ máy chuyên dùng, copy-paste-chỉnh sửa các thông tin hành chính, các thông số kỹ thuật, và kết luận rồi in ra phiếu trả lời. Dạng này sẽ không có dữ liệu nào được chuyển lên hệ thống mà chỉ đơn giản chuyển từ writing thành typing và copying. Mức độ 2 có cải thiện hơn khi triển khai “bệnh viện không giấy” bởi việc chuyển hình ảnh bản ghi từ máy chuyên dụng dạng pdf sang máy tính và lên hệ thống HIS. Tại mức độ này cũng chỉ khắc phục được phần hiển thị kết quả từ máy ghi lên hệ thống HIS ở dạng pdf khi đã có cổng - thiết bị kết nối máy ghi-máy tính và trên máy tính có hệ thống HIS-PACS. Với hệ thống này đã đạt



mức 3 và sẵn sàng chuyển sang mức 4 bởi tác dụng giúp chuyển đổi toàn bộ dữ liệu bản ghi điện não trên máy chuyên dụng trực tiếp lên hệ thống HIS từ dạng dữ liệu non-dicom (định dạng file ảnh, pdf) thành dữ liệu dicom. Dữ liệu sau khi được ứng dụng đẩy lên HIS ở dạng đầy đủ tính năng như khi nằm trong cơ sở dữ liệu của máy điện não chuyên dụng, có thể điều chỉnh tần số lọc, độ khuếch đại, chuyển đổi đạo trình ngang và đạo trình dọc. Trên thế giới, hiện nay, có một số rất ít dòng máy điện não tích hợp tính năng kết nối dicom với chi phí 3 - 4 tỷ đồng, một con số quá lớn trong bối cảnh Việt Nam là nước đang phát triển và thu nhập bình quân đầu người còn thấp. Hơn nữa, với quy trình thủ công còn tồn tại lỗ hổng trong quản lý dữ liệu, nhiều rào cản trong việc đáp ứng chính sách về chuyển đổi số, những ứng dụng TTNT tương tự sẽ là giải pháp thực sự có ý nghĩa thực tiễn, khắc phục những hạn chế của phương pháp thủ công và đóng vai trò quan trọng trên tiến trình chuyển đổi kỹ thuật số.<sup>7,8</sup>

Một ứng dụng AI phải đảm bảo được đặc tính 3V: Vận tốc, Nhiều biến số, Nhiều số liệu. Các kỹ thuật trong thăm dò chức năng điện sinh lý hầu hết là dữ liệu dạng non-dicom, đặc biệt là điện não đồ với các dạng sóng phức tạp và phần mềm chuyên dụng mã hóa chặt chẽ, hạn chế chia sẻ dữ liệu ra ngoài máy ghi. Ứng dụng TTNT trong nhận định sóng điện não cho kết quả phân định bản ghi bình thường hay bất thường chính xác đến 100%. Khả năng nhận diện các sóng ĐNĐ về tần số, biên độ, vị trí, tính chất theo từng giai đoạn, sự kiện trên bản ghi đạt tỷ lệ cao (98%). Kết quả này tương đồng với các nghiên cứu khác trên thế giới.<sup>4,9,10</sup> Khi ứng dụng TTNT, lỗi nhận diện sai sóng ĐNĐ chiếm tỷ lệ cao nhất (1,2%) liên quan đến các yếu tố nhiễu trong quá trình thực hiện bản ghi. Một lỗi sai nghiêm trọng xuất hiện trong trả lời thủ công nhưng hoàn toàn không gặp khi

ứng dụng TTNT, đó là kết luận sai bản ghi bình thường/bất thường. Đây được coi là một sự cố y khoa vì nó dẫn đến các sai lầm trong chẩn đoán và điều trị. Để có được năng lực phân tích, mô tả và kết luận về một bản ghi ĐNĐ, một bác sĩ phải đọc, học có hướng dẫn ít nhất hàng nghìn bản ghi. Chính những “trí tuệ” này đã được một nhóm bác sĩ có kinh nghiệm, đang trực tiếp thực hiện và đọc trung bình 40 bản ghi/ngày “huấn luyện” cho máy tính đồng thời kiểm định ngay lại những kết quả do máy đã học được. Điều này giúp tăng độ chính xác cho mô hình học sâu, từ đó đảm bảo các kết luận được trích xuất có độ tin cậy cao.

Một trong những kết quả nổi bật của ứng dụng này là rút ngắn tối đa thời gian đọc, phân tích, trả lời kết quả và đưa kết quả đến ngay với bác sĩ lâm sàng. Thời gian trung bình từ khi bắt đầu tải dữ liệu lên hệ thống HIS đến khi tạo ra một phiếu trả lời kết quả hoàn chỉnh, chính xác chỉ mất 4 phút, ngắn hơn 8,75 lần so với trả lời thủ công khi có HIS (35 phút). Khi số lượng người bệnh ngày càng tăng, nhu cầu được chăm sóc và sàng lọc sức khỏe càng lớn thì yêu cầu về thời gian chờ đợi càng đòi hỏi rút ngắn. Điều này rất cần thiết trong thực trạng quá tải ở các cơ sở y tế Việt Nam. Ngoài ra, ứng dụng TTNT còn hỗ trợ các bác sĩ lâm sàng dễ dàng tiếp cận sớm kết quả điện não, từ đó sơ bộ nhận định và chỉ định các xét nghiệm thực sự cần thiết và giảm bớt những xét nghiệm không cần thiết cho người bệnh. Rút ngắn thời gian chờ đợi, giảm chi phí khám chữa bệnh chính là nhân tố hàng đầu liên quan trực tiếp đến hiệu quả chăm sóc người bệnh, tính chuyên nghiệp của nhân viên y tế và đánh giá chất lượng bệnh viện.

Bằng cách tích hợp ngay trên hệ thống HIS, toàn bộ dữ liệu điện não đã được chuyển thành dicom, sao chép, lưu trữ có hệ thống, thuận lợi cho tra cứu, truy xuất, chia sẻ, nghiên cứu, tạo

kho dữ liệu khổng lồ xu hướng ngày càng tăng hứa hẹn nhiều mở rộng và nâng cấp ứng dụng trong tương lai.

## V. KẾT LUẬN

Ứng dụng đã chuyển 100% dữ liệu điện não từ non-dicom thành dicom và đồng bộ ngay trên hệ thống HIS dưới dạng có thể tùy chỉnh, tự động nhận diện, phân tích sóng điện não và trích xuất kết luận bằng tiếng Việt với độ chính xác cao. Thời gian trả lời kết quả tự động được rút ngắn 8,75 lần, tiết kiệm được 465 giờ làm việc, lưu trữ được 4,6 tỷ điểm dữ liệu so với phương pháp thủ công. Chúng tôi khuyến nghị cần mở rộng ứng dụng có kiểm soát trí tuệ nhân tạo trong chuyển đổi tín hiệu non-dicom và tự động hóa nhận định kết quả điện não đồ.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Britton JW, Frey LC, Hopp JL, et al. Electroencephalography (EEG): An Introductory Text and Atlas of Normal and Abnormal Findings in Adults, Children, and Infants. In: American Epilepsy Society, Chicago; 2016.
2. Lê Quang Cường, Pierre Jallon, Bùi Mỹ Hạnh. Điện não đồ lâm sàng. Nhà xuất bản Y học; 2023.
3. Feyissa AM, Tatum WO. Adult EEG. Handbook of clinical neurology. 2019;160:103-124.
4. Nakamura M, Sugi T, Ikeda A, et al.

Automatic EEG interpretation adaptable to individual electroencephalographer using artificial neural network. *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*. 2002;16(1):25-37.

5. Subasi A, Ismail Gursoy M. EEG signal classification using PCA, ICA, LDA and support vector machines. *Expert Systems with Applications*. 2010;37(12):8659-8666.

6. Craik A, He Y, Contreras-Vidal JL. Deep learning for electroencephalogram (EEG) classification tasks: a review. *Journal of Neural Engineering*. 2019;16(3):031001.

7. Thủ tướng chính phủ. Quyết định số 749/QĐ-TTg ngày 03/6/2020 phê duyệt Chương trình Chuyển đổi số quốc gia.

8. Bộ Y tế. Quyết định số 5316/QĐ-BYT ngày 22/12/2020 phê duyệt Chương trình Chuyển đổi số y tế.

9. Baltatzis V, Bintsis K-M, Apostolidis GK, et al. Bullying incidences identification within an immersive environment using HD EEG-based analysis: A Swarm Decomposition and Deep Learning approach. *Scientific Reports*. 2017;7(1):17292.

10. Birjandtalab J, Heydarzadeh M, Nourani M. Automated EEG-Based Epileptic Seizure Detection Using Deep Neural Networks. *International Conference on Healthcare Informatics*. 2017;552-555.

## Summary

# EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR CONVEY NON-DICOM TO DICOM SIGNAL AND AUTOMATION IN ELECTROENCEPHALOGRAM INTERPRETATION

EEG analysis faces many difficulties, especially for non-specialist doctors because this is a complex type of non-dicom data that has not been converted synchronously on the HIS system.

Our study evaluates the results of artificial intelligence applications that convert data to the HIS system in dicom form and automatically identify and extract results. The research applies artificial intelligence to 900 records of normal people and people with neurological diseases from January 2021 to June 2023 in Hanoi Medical University Hospital. Our results show that c AI converted and synchronized 100% of data directly from specialized recorders to the HIS system as well as identified, analyzed, and displayed brain waves based on the characteristics of frequency, amplitude, and localization according to recorded milestones with an accuracy of up to 98% and automatically extracted 100% accurate results into answer sheets. Component time and total time are shortened by 8.75 times, saving 465 working hours with nearly 4.6 billion data points stored compared to the manual process. This is an effective support tool for doctors to access results easily, quickly, and accurately, especially for medical facilities lacking specialists and equipment.

**Keywords: Electroencephalogram, EEG, automation, artificial intelligence, machine learning, deep learning, efficiency, accuracy.**