

THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

1. Họ và tên nghiên cứu sinh: Nguyễn Thị Quỳnh Hoa 2. Giới tính: Nữ
3. Ngày sinh: 04/04/1984 4. Nơi sinh: Hà Nội
5. Quyết định công nhận nghiên cứu sinh số: 45/QĐ - CTSV, ngày 12 tháng 01 năm 2023 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội.
6. Các thay đổi trong quá trình đào tạo:
7. Tên đề tài luận án: Nghiên cứu và phát triển giải pháp theo dõi chuyển động mắt hỗ trợ trẻ rối loạn phát triển
8. Ngành đào tạo: Khoa học máy tính 9. Mã số: 9480101
10. Cán bộ hướng dẫn khoa học:
- Hướng dẫn chính: PGS.TS. Lê Thanh Hà
- Hướng dẫn phụ: TS. Ngô Thị Duyên

(ghi rõ chức danh khoa học, học vị, họ và tên)

11. Tóm tắt các **kết quả mới** của luận án:

Mục đích và đối tượng nghiên cứu của luận án:

- Mục tiêu 1: Đề xuất phương pháp xây dựng bộ dữ liệu đa phương thức làm cơ sở định lượng để mô hình hóa hành vi nhận thức và tương tác của nhóm trẻ rối loạn phát triển.
- Mục tiêu 2: Đề xuất giải pháp kỹ thuật trích xuất tự động các đặc trưng hành vi thị giác trên các nội dung hiển thị (chuỗi khung hình động) nhằm hỗ trợ quy trình đánh giá thực chứng.
- Mục tiêu 3: Đề xuất và triển khai phương pháp hỗ trợ can thiệp cá nhân hóa dựa trên dữ liệu hành vi thị giác, tích hợp vào các hệ thống số hóa (nền tảng web và ứng dụng di động) giúp tự động điều phối nội dung và giảm tải nhận thức cho người học.

Các phương pháp nghiên cứu đã sử dụng:

- Phân tích định lượng dữ liệu công khai: Triển khai phương pháp nghiên cứu định lượng thông qua việc thiết kế quy trình thu thập, đồng bộ và phân tích các bộ dữ liệu đối với trẻ rối loạn phát triển.
- Phương pháp trích xuất đặc trưng lai: Tích hợp mô hình phân đoạn hình ảnh bất kỳ (SAM), thuật toán phát hiện điểm cố định (PeyeMMV) và kỹ thuật luồng quang học nhằm tự động hóa việc xác định vùng quan tâm (AOI) trên chuỗi khung hình động.
- Mô hình hóa và học máy: Ứng dụng cấu trúc mạng Bayes động (DBN) và kiến trúc

đồ thị vòng lặp kép để định lượng trạng thái nhận thức tiềm ẩn. Hệ thống sử dụng thiết kế trường hợp đơn (SCED) và kiểm định thống kê Tau-U để đánh giá hiệu quả duy trì kỹ năng.

Các kết quả chính và kết luận:

- Xây dựng bộ dữ liệu hệ thống hóa: Xây dựng thành công bộ dữ liệu đa phương thức đồng bộ (bao gồm tọa độ điểm nhìn, mốc thời gian, thao tác chuột) của trẻ rối loạn phát triển, tạo lập cơ sở huấn luyện cho các thuật toán phân loại và chẩn đoán.
- Tự động hóa trích xuất đặc trưng: Phương pháp lai đề xuất đã thay thế quy trình gán nhãn thủ công trên luồng dữ liệu video động. Cấu trúc này cho phép duy trì tính nhất quán khi nhận diện và phân tích mẫu hình xử lý thông tin đặc thù của trẻ rối loạn phát triển.
- Mô hình hóa trạng thái nhận thức: Mô hình hóa tiến trình đánh giá nhận thức thông qua cấu trúc mạng Bayes động (DBN) và kiến trúc vòng lặp kép. Điều này góp phần định hình cơ sở khoa học và thực tiễn, làm tiền đề cho việc phát triển các mô hình can thiệp giáo dục phù hợp với trẻ có rối loạn phát triển.
- Hệ thống tích hợp công nghệ theo dõi chuyển động mắt vào hệ cơ sở luật suy diễn. Kết quả tái phân tích tập dữ liệu theo thiết kế trường hợp đơn (SCED) và chỉ số thống kê Tau-U đạt mức 0,93 đã cung cấp cơ sở định lượng về khả năng duy trì tính ổn định của kỹ năng sau can thiệp. Dữ liệu này đồng thời khẳng định vai trò của quỹ đạo điểm nhìn trong tiến trình nhận diện đặc trưng và hỗ trợ điều chỉnh hành vi.
- Can thiệp cá nhân hóa: Triển khai các phân hệ tương tác số (như EzMath, EzRead) tuân thủ nguyên lý triển khai độc lập. Các nền tảng này ứng dụng cơ chế điều chỉnh giao diện vi mô và phản hồi vòng kín để giảm tải áp lực nhận thức ngoại lai, duy trì hiệu quả học tập ổn định cho trẻ rối loạn phát triển.

12. Khả năng ứng dụng trong thực tiễn: (nếu có)

13. Những hướng nghiên cứu tiếp theo: (nếu có)

14. Các công trình đã công bố có liên quan đến luận án:

a) Các công trình đã được công bố/đăng tải

1. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen, Thi-Xuan-Thu Le, Thi-Cam-Huong Nguyen, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo.** EzRead: A Mobile-Based Approach for Vietnamese Children with Dyslexia. In: Proceedings of the 2025 7th Asia Pacific Information Technology Conference (APIT '25), Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2025, pp. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1145/3726101.3726102>.
2. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen, Thi-Kieu-Chinh Nguyen, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo.** Eye-Tracking Technology Applications for Supporting Individuals with Autism Spectrum Disorder: Insights, Challenges, and Opportunities. In: Disability and

Rehabilitation: Assis-tive Technology, 2025, 20(8), pp. 2630–2665. DOI: <https://doi.org/10.1080/17483107.2025.2531236>(WoS/SCOPUS Q1,IF: 2.1)

3. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Thi-Cam-Huong Nguyen, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo. EzMath: Developing Digital Methods, a Website- Based Approach to Support Teaching Mathematics to First-Grade Vietnamese Children with Dyscalculia. In: Journal of Science Natu- ral Science, 2025, 70(3), pp. 83–94. DOI: <https://doi.org/10.18173/2354-1059.2025-0039>.
4. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Duy-Hai Nguyen, Tuan-Long Tran, Tan- Hai Nguyen, Thanh-Trung Dang, and Xuan-Hien Le. Improving Adaptive Learning by Incorporating Question Attributes: A System for Special Needs Education in Vietnam. In: Proceedings of the 17th Interna-tional Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE),Da Lat, Vietnam, 2025, pp. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1109/KSE68178.2025.11309532>.
5. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Duy-Hai Nguyen, Tuan-Long Tran, Thi-Trang Tran, and Van-Khoa Le. A Computational Framework for the Personalized Remediation of Reading Difficulties Using Dynamic Bayesian Networks. In: Proceedings of the 14th International Symposiumon Information and Communication Technology (SoICT 2025), Nha Trang, Vietnam, 2025. (Best Paper Award). DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-92-2590-3_8
6. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Duy-Hai Nguyen, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo. An Eye-Tracking System for Extracting and Visualizing Visual Features of Dyscalculia in Children. In: Proceedings of the 14th International Symposium on Information and Communication Technology (SoICT 2025), Nha Trang, Vietnam, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-92-2590-3_31
7. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Tuan-Long Tran, Quang-Huy Trinh, and Thi-Duyen Ngo. Using Technology to Support Children with Dyscal-culia in Pre-Primary and Primary School: Insights, Challenges, and Opportunities. In: Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 2026, pp. 1–24. DOI: <https://doi.org/10.1080/17483107.2026.2658104> (WoS/SCOPUS Q1, IF: 2.1)
8. Đơn đăng ký sáng chế đã được chấp nhận. Số đăng ký: 1-2024-07110. Tên sáng chế: “Phương pháp và hệ thống cung cấp thông tin về sự chú ý thị giác”

9. Báo cáo chuyên đề tại Diễn đàn Châu Á lần thứ nhất về hỗ trợ trẻ rối loạn phổ tự kỷ và trẻ rối loạn phát triển khác. Tên báo cáo: “Ứng dụng công nghệ theo dõi mắt để hiểu đặc điểm nhận thức và tối ưu hoá can thiệp cho trẻ rối loạn phổ tự kỷ”. Địa điểm: Hà Nội, Việt Nam, 06/03/2026
10. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Duy-Hai Nguyen, Gia-Loc Tran, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo. Bridging the Data Gap: A Genetic AI-algorithm Approach Using Inverse Python Implementation of Eye Movement Metrics and Visualization Logic. Applied Soft Computing, 2026(WoS/SCOPUS Q1, IF: 7.8). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2026.116328>
- b) Các công trình đã nộp (Đang trong quá trình xét duyệt)**
11. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Duc-Duy Le, Dang-Khoa Ta, Nu-Tam-An Nguyen, Thi-Cam-Huong Nguyen, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo. A Zero-Shot Segmentation Framework Using Eye-Tracking and the Segment Anything Model: Automated Extraction of Visual Biomarkers in Autism Spectrum Disorder. Submitted to Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2026 (WoS/SCOPUS Q1).
12. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Nu-Tam-An Nguyen, Thi-Cam-Huong Nguyen, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo. An automated eye-tracking framework: From semantic gaze mapping to human-in-the-loop optimization. Submitted to Autism Research, 2026 (WoS/SCOPUS Q1).
13. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Thi-Duyen Ngo, Duy-Hai Nguyen, Tuan-Long Tran, and Van-Khoa Le. A dual-loop ITS architecture integrating TAD graph backtracking and adaptive format scaffolding: Optimizing literacy intervention. Submitted to Journal of Computer Assisted Learning, 2026 (WoS/SCOPUS Q1)

Danh mục này gồm 13 công trình

Ngày tháng năm 20
Xác nhận của cán bộ hướng dẫn
(Kí và ghi rõ họ tên)

Ngày tháng năm 20
Nghiên cứu sinh
(Kí và ghi rõ họ tên)

Nguyễn Thị Quỳnh Hoa

INFORMATION ON DOCTORAL THESIS

1. Full name : Nguyen Thi Quynh Hoa 2. Sex: women
3. Date of birth: 04/04/1984 4. Place of birth: Ha Noi
5. Admission decision number: 45/QĐ – CTSV Dated : 12/01/2023 of the Rector of the University of Engineering and Technology, Vietnam National University, Hanoi.
6. Changes in academic process:
7. Official thesis title: Research and develop eye-tracking solutions to support the development of residential areas aimed at young people.
8. Major: Computer Science 9. Code: 9480101
10. Supervisors:
 - Primary Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Le Thanh Ha
 - Co-supervisor: Dr. Ngo Thi Duyen
11. Summary of the **new findings** of the thesis:

Objectives and Research Subjects of the Thesis

- Objective 1: Propose a methodology for constructing multimodal datasets as a quantitative basis for modeling the cognitive and interactive behaviors of children with developmental disorders.
- Objective 2: Propose technical solutions for the automated extraction of visual behavior features from displayed dynamic content (sequences of dynamic frames) to support empirical evaluation procedures.
- Objective 3: Propose and implement personalized intervention support methods based on visual behavior data, integrated into digital systems (web platforms and mobile applications) to automatically coordinate learning content and reduce cognitive load for learners.

Research Methods Employed

- Quantitative Data Analysis: Apply quantitative research methods through the design of procedures for collecting, synchronizing, and analyzing datasets related to children with developmental disorders.

- **Hybrid Feature Extraction Method:** Integrate the Segment Anything Model (SAM), the PeyeMMV fixation detection algorithm, and optical flow techniques to automate the identification of Areas of Interest (AOIs) in dynamic frame sequences.
- **Modeling and Machine Learning:** Apply Dynamic Bayesian Network (DBN) structures and dual-loop graph architectures to quantify latent cognitive states. The system employs Single-Case Experimental Design (SCED) and Tau-U statistical analysis to evaluate the maintenance of acquired skills.

Key Results and Conclusions

- **Systematic Dataset Construction:** Successfully constructed synchronized multimodal datasets, including gaze coordinates, timestamps, and mouse operations, for children with developmental disorders, providing a basis for training classification and diagnostic algorithms.
- **Automated Feature Extraction:** The proposed hybrid method replaces the manual labeling process for dynamic video data streams. This framework maintains consistency in identifying and analyzing distinctive information-processing patterns of children with developmental disorders.
- **Cognitive State Modeling:** The cognitive assessment process was modeled using Dynamic Bayesian Network (DBN) structures and dual-loop graph architectures. This contributes to establishing a scientific and practical foundation for the development of educational intervention models appropriate for children with developmental disorders.
- **Integration of Eye-Tracking Technology into the Inference Rule Base:** The system integrates eye-tracking technology into its inference rule base. Re-analysis of the dataset using Single-Case Experimental Design (SCED) and a Tau-U statistical value of 0.93 provided a quantitative basis for evaluating the stability of skills after intervention. The results also confirmed the role of gaze trajectories in feature recognition and behavioral adjustment.
- **Personalized Intervention:** Independent digital interaction subsystems, such as EzMath and EzRead, were deployed. These platforms employ micro-interface adjustment mechanisms and closed-loop feedback to reduce extraneous cognitive load and maintain stable learning outcomes for children with developmental disorders.

12. Practical applicability, if any:
13. Further research directions, if any:
14. Thesis-related publications:

a) Published works

1. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Thi-Xuan-Thu Le, Thi-Cam-Huong Nguyen, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo. EzRead: A Mobile-Based Approach for Vietnamese Children with Dyslexia. In: Proceedings of the 2025 7th Asia Pacific Information Technology Conference (APIT '25), Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2025, pp. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1145/3726101.3726102>.
2. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Thi-Kieu-Chinh Nguyen, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo. Eye-Tracking Technology Applications for Supporting Individuals with Autism Spectrum Disorder: Insights, Challenges, and Opportunities. In: Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 2025, 20(8), pp. 2630–2665. DOI: <https://doi.org/10.1080/17483107.2025.2531236>(WoS/SCOPUS Q1,IF: 2.1)
3. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Thi-Cam-Huong Nguyen, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo. EzMath: Developing Digital Methods, a Website-Based Approach to Support Teaching Mathematics to First-Grade Vietnamese Children with Dyscalculia. In: Journal of Science Natural Science, 2025, 70(3), pp. 83–94. DOI: <https://doi.org/10.18173/2354-1059.2025-0039>.
4. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Duy-Hai Nguyen, Tuan-Long Tran, Tan-Hai Nguyen, Thanh-Trung Dang, and Xuan-Hien Le. Improving Adaptive Learning by Incorporating Question Attributes: A System for Special Needs Education in Vietnam. In: Proceedings of the 17th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE), Da Lat, Vietnam, 2025, pp. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1109/KSE68178.2025.11309532>.
5. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Duy-Hai Nguyen, Tuan-Long Tran, Thi-Trang Tran, and Van-Khoa Le. A Computational Framework for the Personalized Remediation of Reading Difficulties Using Dynamic Bayesian Networks. In: Proceedings of the 14th International Symposium on Information and Communication Technology (SoICT 2025), Nha Trang, Vietnam, 2025. (Best Paper Award). DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-92-2590-3_8

6. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Duy-Hai Nguyen, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo. An Eye-Tracking System for Extracting and Visualizing Visual Features of Dyscalculia in Children. In: Proceedings of the 14th International Symposium on Information and Communication Technology (SoICT 2025), Nha Trang, Vietnam, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-92-2590-3_31
7. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Tuan-Long Tran, Quang-Huy Trinh, and Thi-Duyen Ngo. Using Technology to Support Children with Dyscalculia in Pre-Primary and Primary School: Insights, Challenges, and Opportunities. In: Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 2026, pp. 1–24. DOI: <https://doi.org/10.1080/17483107.2026.2658104> (WoS/SCOPUS Q1, IF: 2.1)
8. Đơn đăng ký sáng chế đã được chấp nhận. Số đăng ký: 1-2024-07110. Tên sáng chế: “Phương pháp và hệ thống cung cấp thông tin về sự chú ý thị giác”
9. Báo cáo chuyên đề tại Diễn đàn Châu Á lần thứ nhất về hỗ trợ trẻ rối loạn phổ tự kỷ và trẻ rối loạn phát triển khác. Tên báo cáo: “Ứng dụng công nghệ theo dõi mắt để hiểu đặc điểm nhận thức và tối ưu hoá can thiệp cho trẻ rối loạn phổ tự kỷ”. Địa điểm: Hà Nội, Việt Nam, 06/03/2026
10. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Duy-Hai Nguyen, Gia-Loc Tran, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo. Bridging the Data Gap: A Genetic Algorithm Approach Using Inverse Python Implementation of Eye Movement Metrics and Visualization Logic. Applied Soft Computing, 2026(WoS/SCOPUS Q1, IF: 7.8). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2026.116328>

b) Submitted works (Under review)

11. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Duc-Duy Le, Dang-Khoa Ta, Nu-Tam-An Nguyen, Thi-Cam-Huong Nguyen, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo. A Zero-Shot Segmentation Framework Using Eye-Tracking and the Segment Anything Model: Automated Extraction of Visual Biomarkers in Autism Spectrum Disorder. Submitted to Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2026 (WoS/SCOPUS Q1).
12. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Nu-Tam-An Nguyen, Thi-Cam-Huong Nguyen, Thanh-Ha Le, and Thi-Duyen Ngo. An automated eye-tracking framework: From semantic gaze mapping to human-in-the-loop optimization. Submitted to Autism Research, 2026 (WoS/SCOPUS Q1).

13. **Thi-Quynh-Hoa Nguyen**, Thi-Duyen Ngo, Duy-Hai Nguyen, Tuan-Long Tran, and Van-Khoa Le. A dual-loop ITS architecture integrating TAD graph backtracking and adaptive format scaffolding: Optimizing literacy intervention. Submitted to Journal of Computer Assisted Learning, 2026 (WoS/SCOPUS Q1)

This list includes 13 projects.

Date:

Signature:

Full name:

Date:

Signature:

Full name: