

THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

1. Họ và tên nghiên cứu sinh: Phạm Thị Quỳnh Trang
2. Giới tính: Nữ
3. Ngày sinh: 01/12/1995
4. Nơi sinh: Nghệ An
5. Quyết định công nhận nghiên cứu sinh số 25/QĐ-CTSV ngày 14/01/2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội.
6. Các thay đổi trong quá trình đào tạo:
 - Bổ sung cán bộ hướng dẫn luận án và thay đổi tên đề tài luận án tiến sĩ theo Quyết định số 1312/QĐ-ĐT ngày 21 tháng 12 năm 2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội.
 - Điều chỉnh tên đề tài luận án tiến sĩ theo Quyết định số 538/QĐ-ĐHCN ngày 23 tháng 03 năm 2026 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội.
7. Tên đề tài luận án: Giảm thiểu quên nghiêm trọng trong học liên tục sử dụng các phương pháp phát lại bộ nhớ, chuyển giao tri thức và kiến trúc động
8. Ngành đào tạo: Hệ thống thông tin
9. Mã số: 9480104
10. Cán bộ hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Nguyễn Trí Thành; TS. Lê Đức Trọng
11. Tóm tắt các **kết quả mới** của luận án:

Mục tiêu và đối tượng nghiên cứu của luận án

Nghiên cứu của luận án hướng đến một số mục tiêu sau đây:

- *Thứ nhất*, luận án phát triển và đánh giá các khung học liên tục dựa trên bộ nhớ mới tích hợp các kỹ thuật tăng cường nguyên mẫu, nhằm đạt được sự giảm thiểu đáng kể hiện tượng quên thảm khốc trong khi duy trì hiệu quả tính toán tương đương với các phương pháp cơ sở.
- *Thứ hai*, nghiên cứu và triển khai các cơ chế chuyển giao kiến thức tiên tiến, cụ thể là các kỹ thuật học đối chiếu và chưng cất kiến thức, nhằm tăng cường khả năng bảo toàn đặc trưng và tạo thuận lợi cho việc thích ứng hiệu quả qua các tác vụ tuần tự, với những cải thiện có thể đo lường được trong hiệu suất chuyển giao tiến.
- *Thứ ba*, thiết kế và xác thực các biến đổi kiến trúc và chiến lược huấn luyện đặc thù theo miền ứng dụng nhằm tạo ra hiệu suất học liên tục bền vững trên các miền ứng dụng đa dạng, với việc xác thực thực nghiệm trên các tác vụ xử lý ngôn ngữ

tự nhiên và các bộ dữ liệu chuẩn phân tích hình ảnh y tế, đạt được hiệu suất cạnh tranh so với các mô hình đặc thù cho từng tác vụ được huấn luyện độc lập.

Các phương pháp nghiên cứu đã sử dụng

Luận án sử dụng phương pháp nghiên cứu kết hợp bao gồm: phương pháp nghiên cứu định tính và phương pháp nghiên cứu định lượng. Luận án tiến hành việc phân tích định tính các khái niệm và mô hình từ hệ thống tài liệu liên quan và các tài liệu nghiên cứu chuyên sâu phù hợp với các mục tiêu nghiên cứu của luận án. Đồng thời, luận án tiến hành các nghiên cứu định lượng thông qua việc triển khai các hệ thống thực nghiệm tương ứng, tiến hành các kịch bản thực nghiệm để đánh giá hiệu năng của các kỹ thuật và mô hình đề xuất để kiểm chứng, đánh giá kết quả đối với các đề xuất của luận án.

Các kết quả chính và kết luận

Tham gia vào dòng nghiên cứu trên thế giới về học liên tục, luận án đã hoàn thiện mục tiêu nghiên cứu với ba đóng góp chính sau đây:

- *Đầu tiên*, luận án nghiên cứu các phương pháp học dựa trên bộ nhớ thông qua việc phát triển các kỹ thuật có thể tận dụng bộ nhớ mà không cần phải lưu trữ dữ liệu gốc. Các phương pháp này sẽ ước lượng phân phối của dữ liệu và sinh ra những mẫu dữ liệu giả một cách ngẫu nhiên, qua đó vừa khắc phục được hạn chế về dung lượng bộ nhớ, vừa bảo đảm tính riêng tư của dữ liệu.
- *Tiếp đó*, vì các phương pháp dựa trên bộ nhớ khó áp dụng trong thực tế, luận án tập trung nghiên cứu những phương pháp chuyển giao kiến thức có thể vận dụng kỹ thuật chung cất kiến thức. Cụ thể, nghiên cứu sẽ khai thác kiến thức từ các mô hình đã học để hỗ trợ việc học các tác vụ mới, đồng thời duy trì kiến thức từ những mô hình được huấn luyện trước để tận dụng tối đa khả năng của chúng. Kết quả là cải thiện hiệu suất xử lý trên cả những tác vụ mới và những tác vụ đã học trước đây.
- *Cuối cùng*, luận án nghiên cứu đề xuất những chiến lược phân bổ tham số có tính động để quản lý hiệu quả khả năng xử lý của mô hình trong quá trình học liên tục. Cách tiếp cận này kết hợp kiến trúc nhiều nhánh xử lý với các cơ chế tạo mẫu đại diện có khả năng thích ứng và các kỹ thuật kết hợp tham số. Luận án cho thấy phương pháp này có thể cập nhật các tham số một cách chọn lọc và giữ gìn kiến thức đã học, đồng thời vẫn đảm bảo hiệu quả tính toán khi xử lý các tác vụ liên tiếp. Kết quả cho thấy hiệu suất vượt trội hơn so với những phương pháp phân bổ tham số cố định trong việc khắc phục hiện tượng quên kiến thức cũ.

Với các mô hình đề xuất mới, luận án đều tiến hành các thực nghiệm và đưa ra so sánh kết quả với các mô hình học máy liên tục gốc. Bằng các kết quả thực nghiệm, luận án đã chỉ ra tầm ảnh hưởng của các thành phần của mô hình đề xuất so với các mô hình học máy liên tục gốc.

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

Các mô hình và kỹ thuật học liên tục được đề xuất trong luận án có khả năng ứng dụng trong nhiều hệ thống trí tuệ nhân tạo thực tế cần liên tục cập nhật kiến thức từ dữ liệu mới mà không quên các kiến thức đã học trước đó, chẳng hạn như các hệ thống trợ lý ảo, hệ thống trích xuất thông tin/quan hệ trong xử lý ngôn ngữ tự nhiên, và các hệ thống phân tích, chẩn đoán hình ảnh y tế cần bổ sung thêm các lớp bệnh mới theo thời gian. Việc không yêu cầu lưu trữ toàn bộ dữ liệu gốc và giảm chi phí huấn luyện lại giúp các phương pháp này phù hợp để triển khai trên các hệ thống có tài nguyên tính toán và bộ nhớ hạn chế.

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

Trong thời gian tới, luận án định hướng mở rộng nghiên cứu theo một số hướng sau: (i) phát triển các phương pháp học liên tục đa phương thức, kết hợp dữ liệu văn bản, hình ảnh và các loại dữ liệu khác; (ii) nghiên cứu các kỹ thuật học liên tục trực tuyến, có khả năng thích ứng với sự thay đổi phân phối dữ liệu theo thời gian thực; (iii) kết hợp các phương pháp đề xuất với các mô hình nền tảng quy mô lớn nhằm phát triển các kỹ thuật học liên tục hiệu quả hơn về tham số và tài nguyên tính toán.

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

1. **Quynh-Trang Pham Thi**, Anh-Cuong Pham, Ngoc-Huyen Ngo, and Duc-Trong Le. Memory-Based Method using Prototype Augmentation for Continual Relation Extraction. In 2022 RIVF International Conference on Computing and Communication Technologies (RIVF), pp. 1-6. IEEE, 2022. Scopus.
2. Thanh-Hai Dang, **Quynh-Trang Pham Thi**, Duc-Trong Le, and Tri-Thanh Nguyen. Contrastive Learning for Boosting Knowledge Transfer in Task-Incremental Continual Learning of Aspect Sentiment Classification Tasks. VNU Journal of Science: Computer Science and Communication Engineering 40, no. 1 (2024).
3. Duc-Hung Nguyen, Tri-Thanh Nguyen, Thanh-Hai Dang and **Quynh-Trang Pham Thi**. ZeroRFF: A Random Fourier Features and Analytic Learning Method for Generalized Class Incremental Learning. The 21st International Conference on Advanced Data Mining and Applications 2025. Scopus
4. **Quynh-Trang Pham Thi**, Duc-Hung Nguyen, Thanh Hai Dang, Duc-Trong Le, Tri-Thanh Nguyen, and Quang-Thuy Ha. "Towards Robust Continual Learning: A Multi-Head Approach with Online Prototype Equilibrium and Adaptive Prototypical Feedback." In Asian Conference on Intelligent Information and

Database Systems, pp. 275-286. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. Scopus.

5. **Quynh-Trang Pham Thi**, Duc-Hung Nguyen, Anh-Duc Nguyen-Tran, Hung-Dung Nguyen, Tri-Thanh Nguyen, Quang-Thuy Ha and Thanh Hai Dang. "Addressing Catastrophic Forgetting in Continual Learning using Multihead Approach and Latent Alignment via Energy-Based Model." Vietnam Journal of Computer Science. WoS Q3.
6. **Quynh-Trang Pham Thi**, Van-Truong Le, Thanh-Huyen Pham, Thanh-Nga Hoang Thi and Duc-Trong Le. DAKTA: Directional Kolmogorov-Arnold Classifier for Task Arithmetic in Continual Learning. SOICT 2025. Scopus.
7. **Quynh-Trang Pham Thi**, Quang-Dat Mac, Thanh-Ha Nguyen and Duc-Trong Le. SOLoRA: Sparse Orthogonal LoRA for Parameter-Efficient Continual Learning. In 2026 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME 2026). Scopus.

(liệt kê các công trình theo thứ tự thời gian)

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

Ngày tháng năm 2026
Nghiên cứu sinh
(Kí và ghi rõ họ tên)

INFORMATION ON DOCTORAL THESIS

1. Full name : Phạm Thị Quỳnh Trang
2. Sex: Female
3. Date of birth: 01/12/1995
4. Place of birth: Nghệ An
5. Admission decision number: 25/QĐ-CTSV Dated 14 January 2022, issued by the Rector of VNU University of Engineering and Technology, Vietnam National University, Hanoi
6. Changes in academic process:
 - Added a thesis co-supervisor and changed the doctoral thesis title, under Decision No. 1312/QĐ-ĐT dated 21 December 2022 of the Rector of VNU University of Engineering and Technology, Vietnam National University, Hanoi.
 - Adjusted the doctoral thesis title, under Decision No. 538/QĐ-ĐHCN dated 23 March 2026 of the Rector of VNU University of Engineering and Technology, Vietnam National University, Hanoi.
7. Official thesis title: Mitigating Catastrophic Forgetting in Continual Learning via Memory Replay, Knowledge Transfer, and Adaptive Architecture Optimization
8. Major: Information Systems
9. Code: 9480104
10. Supervisors: Assoc. Prof. Dr. Tri-Thanh Nguyen; Dr. Duc-Trong Le
(Full name, academic title and degree)
11. Summary of the **new findings** of the thesis:

Research objectives and subjects of the thesis

The thesis targets the following objectives:

- *First*, the thesis develops and evaluates novel memory-based continual learning frameworks that integrate prototype augmentation techniques, aiming to significantly mitigate catastrophic forgetting while maintaining computational efficiency comparable to baseline methods.
- *Second*, the thesis studies and implements advanced knowledge transfer mechanisms, specifically contrastive learning and knowledge distillation techniques, to enhance feature preservation capability and facilitate efficient adaptation across sequential tasks, with measurable improvements in forward-transfer performance.

- *Third*, the thesis designs and validates architectural modifications and domain-specific training strategies to achieve sustainable continual learning performance across diverse application domains, with empirical validation on natural language processing tasks and medical image analysis benchmark datasets, achieving performance competitive with independently trained task-specific models.

Research methods used

The thesis employs a combined research methodology comprising qualitative and quantitative research methods. The thesis conducts qualitative analysis of concepts and models drawn from the relevant literature and in-depth research documents consistent with its research objectives. At the same time, the thesis carries out quantitative research through the implementation of corresponding experimental systems and experimental scenarios to evaluate the performance of the proposed techniques and models, thereby verifying and assessing the results of the thesis's proposals.

Main results and conclusions

Contributing to the global research trend on continual learning, the thesis has fulfilled its research objectives through the following three main contributions:

- *First*, the thesis studies memory-based learning methods by developing techniques that can leverage memory without needing to store the original data. These methods estimate the data distribution and randomly generate pseudo-samples, thereby overcoming memory-capacity limitations while also preserving data privacy.
- *Next*, since memory-based methods are difficult to apply in practice, the thesis focuses on knowledge transfer methods that leverage knowledge distillation techniques. Specifically, the research exploits knowledge from previously learned models to support the learning of new tasks, while retaining the knowledge of pre-trained models to make full use of their capabilities. As a result, processing performance is improved on both new tasks and previously learned tasks.
- *Finally*, the thesis proposes dynamic parameter-allocation strategies to effectively manage the model's processing capacity during continual learning. This approach combines a multi-branch processing architecture with adaptive representative-prototype generation mechanisms and parameter-combination techniques. The thesis shows that this method can selectively update parameters and preserve previously learned knowledge while still ensuring computational efficiency when processing sequential tasks. The results show superior performance compared with fixed parameter-allocation methods in overcoming the forgetting of previously learned knowledge.

For each newly proposed model, the thesis conducts experiments and compares the results with the original continual learning models. Through these experimental results,

the thesis demonstrates the contribution of each component of the proposed models relative to the original continual learning models.

12. Practical applicability, if any: The continual learning models and techniques proposed in the thesis can be applied to a wide range of real-world artificial intelligence systems that need to continuously acquire knowledge from new data without forgetting previously learned knowledge, such as virtual assistant systems, information/relation extraction systems in natural language processing, and medical image analysis and diagnosis systems that need to incorporate new disease categories over time. Because these methods do not require storing the entire original dataset and reduce retraining costs, they are well suited for deployment on systems with limited computational and memory resources.

13. Further research directions, if any: In the coming period, the thesis aims to extend its research in the following directions: (i) developing multi-modal continual learning methods that combine text, image, and other data modalities; (ii) studying online continual learning techniques capable of adapting to real-time changes in data distribution; (iii) combining the proposed methods with large-scale foundation models to develop more parameter- and resource-efficient continual learning techniques.

14. Thesis-related publications:

(List them in chronological order)

1. **Quynh-Trang Pham Thi**, Anh-Cuong Pham, Ngoc-Huyen Ngo, and Duc-Trong Le. Memory-Based Method using Prototype Augmentation for Continual Relation Extraction. In 2022 RIVF International Conference on Computing and Communication Technologies (RIVF), pp. 1-6. IEEE, 2022. Scopus.
2. Thanh-Hai Dang, **Quynh-Trang Pham Thi**, Duc-Trong Le, and Tri-Thanh Nguyen. Contrastive Learning for Boosting Knowledge Transfer in Task-Incremental Continual Learning of Aspect Sentiment Classification Tasks. VNU Journal of Science: Computer Science and Communication Engineering 40, no. 1 (2024).
3. Duc-Hung Nguyen, Tri-Thanh Nguyen, Thanh-Hai Dang and **Quynh-Trang Pham Thi**. ZeroRFF: A Random Fourier Features and Analytic Learning Method for Generalized Class Incremental Learning. The 21st International Conference on Advanced Data Mining and Applications 2025. Scopus.

4. **Quynh-Trang Pham Thi**, Duc-Hung Nguyen, Thanh Hai Dang, Duc-Trong Le, Tri-Thanh Nguyen, and Quang-Thuy Ha. “Towards Robust Continual Learning: A Multi-Head Approach with Online Prototype Equilibrium and Adaptive Prototypical Feedback.” In Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems, pp. 275-286. Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. Scopus.
5. **Quynh-Trang Pham Thi**, Duc-Hung Nguyen, Anh-Duc Nguyen-Tran, Hung-Dung Nguyen, Tri-Thanh Nguyen, Quang-Thuy Ha and Thanh Hai Dang. “Addressing Catastrophic Forgetting in Continual Learning using Multihead Approach and Latent Alignment via Energy-Based Model.” Vietnam Journal of Computer Science. WoS Q3.
6. **Quynh-Trang Pham Thi**, Van-Truong Le, Thanh-Huyen Pham, Thanh-Nga Hoang Thi and Duc-Trong Le. DAKTA: Directional Kolmogorov-Arnold Classifier for Task Arithmetic in Continual Learning. SOICT 2025.
7. **Quynh-Trang Pham Thi**, Quang-Dat Mac, Thanh-Ha Nguyen and Duc-Trong Le. SOLoRA: Sparse Orthogonal LoRA for Parameter-Efficient Continual Learning. In 2026 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME 2026).

Date:
Signature:
Full name:

Date:
Signature:
Full name: