

## THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

1. Họ và tên nghiên cứu sinh: Vũ Thị Đào ..... 2. Giới tính: Nữ.....
3. Ngày sinh: 01/05/1982 ..... 4. Nơi sinh: Thái Bình.....
5. Quyết định công nhận nghiên cứu sinh số: 3205/QĐ-SĐT ngày 08 tháng 11 năm 2010 của Giám đốc Đại học Quốc Gia Hà Nội.
6. Các thay đổi trong quá trình đào tạo:  
Theo quyết định số 1496/QĐ-ĐT ngày 20/05/2011 của Giám đốc ĐHQGHN cho phép NCS đi học tiếng Anh ở nước ngoài 08 tháng.  
Theo quyết định số 3729/QĐ-ĐHQGHN ngày 18/10/2013 của Giám đốc ĐHQGHN cho phép tạm ngừng học tập trong thời gian 06 tháng vì lý do thai sản.  
Thay đổi tên đề tài luận án tiến sĩ theo quyết định số 365/QĐ-ĐT, ngày 13 tháng 06 năm 2014. Tên đề tài: Các kỹ thuật sinh dữ liệu kiểm thử tự động dựa trên mô hình.
7. Tên đề tài luận án: *Các kỹ thuật sinh tự động dữ liệu kiểm thử dựa trên các biểu đồ UML.*
8. Chuyên ngành: Kỹ thuật phần mềm ..... 9. Mã số: 62.48.01.03.....
10. Cán bộ hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Nguyễn Việt Hà
11. Tóm tắt các **kết quả mới** của luận án: .....

Đề xuất một quy trình sinh dữ liệu kiểm thử từ biểu đồ tuần tự UML 2.0 và các ràng buộc OCL. Biểu đồ tuần tự UML 2.0 được áp dụng cho tất cả mười hai toán tử, có cấu trúc phức tạp, các khối lồng ghép nhau. Quá trình sinh dữ liệu kiểm thử tự động được áp dụng cho các biến số và cấu trúc động. Các kịch bản và dữ liệu kiểm thử được sinh ra có thể chuyển thủ công thành các đoạn mã kiểm thử (test script) và thực hiện tự động dựa trên các công cụ kiểm thử. Công cụ đã được cài đặt thực thi với các hệ thống cụ thể và đưa ra các kết quả để minh chứng tính hiệu quả và chính xác của phương pháp đề xuất. Các kết quả thực nghiệm chỉ ra rằng phương pháp đề xuất sinh ra dữ liệu kiểm thử có độ bao phủ và khả năng tìm lỗi tốt hơn phương pháp đã có trong hầu hết các trường hợp.

Đề xuất một phương pháp sinh dữ liệu kiểm thử tự động từ các biểu đồ tuần tự UML 2.0 và biểu đồ lớp trong trường hợp vòng lặp và các ứng dụng tương tranh. Phương pháp sinh ra các kịch bản kiểm thử có thể tránh được sự bùng nổ các kịch bản kiểm thử và các lỗi tương tranh của hệ thống có thể được tìm thấy. Hơn nữa, điểm mới của phương pháp là sinh dữ liệu kiểm thử trong kiểm thử vòng lặp. Phương pháp này hỗ trợ các tiêu chuẩn bao phủ tương tranh khác nhau và có thể kiểm thử các lỗi liên quan đến khóa chết và đồng bộ. Các thực nghiệm chỉ ra khả năng tìm lỗi của các kịch bản kiểm thử đó tốt hơn so với phương thức kiểm thử khác trong nhiều trường hợp, chứng tỏ tính hiệu quả và độ tin cậy của phương pháp đưa ra về mặt thực nghiệm.

Đề xuất một phương pháp cải tiến việc sinh dữ liệu kiểm thử tự động từ các biểu đồ tuần tự UML 2.0 và biểu đồ lớp với các ràng buộc chuỗi. Đồ thị dòng điều khiển là đầu vào, thuật toán đưa ra sinh các kịch bản kiểm thử để tránh bùng nổ các đường dẫn kiểm thử trong trường hợp không có điểm chia sẻ dữ liệu giữa luồng song song trong các ứng dụng. Với các kịch bản kiểm thử sinh ra đó và một tập các ràng buộc chuỗi cùng các biểu thức tại vùng biên của các biến được chuyển đổi thành định dạng đầu vào của bộ giải Z3-str. So sánh với các tiếp cận hiện tại của Z3-str, luận án đưa ra quy tắc giảm, phương pháp đệ quy cho toán tử search, replaceAll và mở rộng các quy tắc tiền xử lý cho các toán tử charAt, lastIndexOf, trim, startsWith và endsWith. Các kết quả thực nghiệm chỉ ra rằng các dữ liệu kiểm thử sinh ra thỏa mãn tiêu chuẩn bao phủ biên và các ca kiểm thử có độ bao phủ cao hơn một số phương pháp hiện tại.

12. Khả năng ứng dụng trong thực tiễn: Kết quả trong luận án có thể ứng dụng vào đặc tả và kiểm thử các hệ thống có tính tương tranh, kiểm thử vòng lặp và sinh tự động dữ liệu kiểm thử với các kiểu dữ liệu số, cấu trúc động và các ràng buộc chuỗi.

13. Những hướng nghiên cứu tiếp theo: Nghiên cứu khả năng chuẩn hóa các ca kiểm thử được sinh ra để có thể thực hiện tự động trong hệ thống thực; tiếp tục phát triển phương pháp sinh tự động dữ liệu kiểm thử từ các biểu đồ UML khác hoặc kết hợp với các biểu đồ khác nhau để đạt độ bao phủ tốt hơn; nghiên cứu xác định các kịch bản kiểm thử sinh ra khả thi hoặc không khả thi mà không cần dữ liệu kiểm thử đầu vào.

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

- [1] Vũ Thị Đào, Tô Văn Khánh và Nguyễn Việt Hà (2014), “Phương pháp sinh ca kiểm thử tự động từ các mô hình thiết kế UML và ngôn ngữ ràng buộc đối tượng OCL”, *Chuyên san Các công trình nghiên cứu, phát triển và ứng dụng CNTT-TT*, Tập V-1, số 11(31), pp. 70-82 (ISSN: 1859–3526).

- [2] Thi Dao Vu, Pham Ngoc Hung, Viet Ha Nguyen (2015), “A Method for Automated Test Data Generation from Sequence Diagrams and Object Constraint Language”, In *Proc. Of the Sixth International Symposium Information and Communication Technology (SoICT 2015)*, pp. 335–441. ACM International Publishing.
- [3] Thi Dao Vu, Pham Ngoc Hung, Viet Ha Nguyen (2016), “Automated Testing for Java Programs with Test Cases Generation from Sequence Diagrams and Object Constraint Language” (poster), *The 14th Asian Symposium on Programming Languages and Systems - APLAS 2016*.
- [4] Thi Dao Vu, Pham Ngoc Hung, Viet Ha Nguyen (2016), “ A Method for Automated Test Cases Generation from Sequence Diagrams and Object Constraint Language for Concurrent Programs”, *VNU Journal of Science: Computer Science and Communication Engineering*, Vol. 32, No. 3 (2016), pp. 54–71 (ISSN: 0866–8612).
- [5] Thi Dao Vu, Pham Ngoc Hung, Viet Ha Nguyen (2017), “A Method for Automated Test Cases Generation from UML Models with String Constraints”, In *Proc. Of the 9th Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems (ACIIDS 2017)*, pp. 525–536. Springer International Publishing.

Ngày 28 tháng 04 năm 2018  
**Xác nhận của cán bộ hướng dẫn**  
(Kí và ghi rõ họ tên)

Ngày 28 tháng 04 năm 2018  
**Nghiên cứu sinh**  
(Kí và ghi rõ họ tên)

**Nguyễn Việt Hà**

**Vũ Thị Đào**

### INFORMATION ON DOCTORAL THESIS

1. Full name : Vu Thi Dao ..... 2. Sex: Female .....

3. Date of birth: 01/05/1982 ..... 4. Place of birth: HaNoi .....

5. Admission decision number: 3205/QĐ-SĐH Dated 08/11/2010

6. Changes in academic process:

According to Decision No. 1496/QĐ-ĐT dated 20/05/2011 of the Director of VNU, allowing to study English abroad for 08 months.

According to Decision No. 3729/QĐ-ĐHQGHN dated 18/10/2013 of the Director of VNU, allowing to suspend study for a period of 6 months for reasons of pregnancy.

Changed thesis title to “*Techniques on the automated Test Data Generation based Models*”, decision No. 365/QĐ-ĐT, signed date: 13/06/2014.

7. Official thesis title: ***Automated Techniques for Test Data Generation based on UML Diagrams***

8. Major: Software Engineering .....

9. Code: 62.48.01.03 .....

10. Supervisors: Assoc. Prof. Nguyen Viet Ha

11. Summary of the **new findings** of the thesis:

Proposing a process for generating test data from the UML 2.0 sequence diagram and OCL. The UML 2.0 sequence diagram can be applied to all twelve operators, with complex structures, nested blocks, interleaving of operators. The automated generation of test data is applied to numeric kinds of data and different dynamic structures in constraints. Test scenarios and test data can be manually converted into test scripts and then automatically executed based on automation testing tools. A support tool has been implemented and applied for several typical systems in order to show the correctness and effectiveness of the proposed method. The empirical results indicate that the proposed

method generates test data with better coverage and detects more errors than some current methods in most cases.

Proposing a method for automatically generating test data from UML 2.0 sequence diagrams and class diagrams in case of loops and concurrent applications. The method for generating test scenarios can also avoid the explosion of test scenarios and detects concurrency errors in systems. Furthermore, the new point of the method is the generation of test data in testing loops. This method supports different concurrent coverage criteria and can test for deadlock-related and synchronous errors. The experiments show that the probability of finding errors in these test scenarios are better than other test methods in many cases, demonstrating the effectiveness and reliability of the proposed method experimentally.

Proposing a method for improving the automated test data generation from UML 2.0 sequence diagrams and class diagrams with string constraints. The algorithm takes control flow graphs as inputs, then proposes a test scenarios generation to avoid the explosion of test paths with the absence of data sharing points between parallel threads in applications. With those generated test scenarios, a set of string constraints and the boundaries of variables are transformed into the input format of Z3 – str solver. Compared with the current approach of the Z3-str, the dissertation proposes reduced rules, recursive methods for *search*, *replaceAll* operators and extends the preprocessor rules for the *charAt*, *lastIndexOf*, *trim*, *startsWith* and *endsWith* operators. Experimental results indicate that the test data generated satisfies the boundary coverage criteria and the higher coverage of test case can be found when comparing with some current existing methods.

12. Practical applicability, if any: The results in the thesis can be applied to the specification and testing of systems with concurrency, loop testing and automatic test data generation for numerical data types, dynamic structures and string constraints.

13. Further research directions, if any: Study the ability to standardize test cases generated to be performed automatically in the real system; continue to develop methods for automatically generating test data from other UML diagrams or incorporating different diagrams for better coverage; Research determines whether test scenarios are feasible or unfeasible without test data.

14. Thesis-related publications: .....

- [1] Vu Thi Dao, To Van Khanh va Nguyen Viet Ha (2014), “Phương pháp sinh ca kiểm thử tự động từ các mô hình thiết kế UML và ngôn ngữ ràng buộc đối tượng OCL”, *Chuyên san Các công trình nghiên cứu, phát triển và ứng dụng CNTT-TT*, Tập V-1, số 11(31), pp. 70-82 (ISSN: 1859–3526).
- [2] Thi Dao Vu, Pham Ngoc Hung, Viet Ha Nguyen (2015), “A Method for Automated Test Data Generation from Sequence Diagrams and Object Constraint Language”, In *Proc. Of the Sixth International Symposium Information and Communication Technology (SoICT 2015)*, pp. 335–441. ACM International Publishing.
- [3] Thi Dao Vu, Pham Ngoc Hung, Viet Ha Nguyen (2016), “Automated Testing for Java Programs with Test Cases Generation from Sequence Diagrams and Object Constraint Language” (poster), *The 14th Asian Symposium on Programming Languages and Systems - APLAS 2016*.
- [4] Thi Dao Vu, Pham Ngoc Hung, Viet Ha Nguyen (2016), “ A Method for Automated Test Cases Generation from Sequence Diagrams and Object Constraint Language for Concurrent Programs”, *VNU Journal of Science: Computer Science and Communication Engineering*, Vol. 32, No. 3 (2016), pp. 54–71 (ISSN: 0866–8612).
- [5] Thi Dao Vu, Pham Ngoc Hung, Viet Ha Nguyen (2017), “A Method for Automated Test Cases Generation from UML Models with String Constraints”, In *Proc. Of the 9th Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems (ACIIDS 2017)*, pp. 525–536. Springer International Publishing.

Date: /04/2018  
**Signature of supervisors**

**Nguyen Viet Ha**

Date: /04/2018  
**Signature of PhD student**

**Vu Thi Dao**

