

## THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

1. Họ và tên nghiên cứu sinh: Tống Văn Luyên
2. Giới tính: Nam
3. Ngày sinh: 15/06/1979
4. Nơi sinh: Hải Dương
5. Quyết định công nhận nghiên cứu sinh số: 1118/QĐ-CTSV ngày 24 tháng 12 năm 2012 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc Gia Hà Nội.
6. Các thay đổi trong quá trình đào tạo:

Thay đổi tên đề tài luận án tiến sĩ theo quyết nghị của Hội đồng đánh giá cấp cơ sở luận án tiến sĩ, ngày 20 tháng 1 năm 2018. Tên đề tài: ***Nghiên cứu và phát triển các bộ định dạng và điều khiển búp sóng thích nghi để chống nhiễu trong các anten thông minh (Research and development of adaptive beamformers for interference suppression in smart antennas.***

7. Tên đề tài luận án: **Nghiên cứu và phát triển các bộ định dạng và điều khiển búp sóng thích nghi để chống nhiễu trong các anten thông minh (Research and development of adaptive beamformers for interference suppression in smart antennas).**

8. Chuyên ngành: Kỹ thuật Viễn thông

9. Mã số: 62 52 02 08

10. Cán bộ hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Trương Vũ Bằng Giang

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

(1). Đề xuất quy trình tổng quát để xây dựng các bộ định dạng và điều khiển búp sóng thích nghi dựa trên thuật toán Bat (BA\_ABF) cho ứng dụng chống nhiễu dùng mảng anten ULA trong các anten thông minh.

Quy trình này được thực hiện thông qua các bước chính gồm: xác định bài toán; xây dựng hệ số mảng; kỹ thuật đặt điểm “không”; xây dựng hàm mục tiêu; chuyển đổi thuật toán Bat (BA) thành các thuật toán định dạng và điều khiển búp sóng; phát triển các bộ định dạng và điều khiển búp sóng thích nghi. Nội dung này được công bố trong các bài báo [AWPL.1], [ACES.2], [REV-JEC.3].

(2). Áp dụng quy trình đề xuất để phát triển 03 bộ BA\_ABF cho các mảng anten ULA để chống nhiễu sử dụng các kỹ thuật đặt điểm “không”: chỉ điều khiển biên độ, chỉ điều khiển pha và điều khiển biên độ và pha của trọng số. Cụ thể:

- (i) Phát triển bộ BA\_ABF cho ứng dụng chống nhiễu sử dụng kỹ thuật chỉ điều khiển pha của trọng số (PHA\_BA\_ABF). Bộ PHA\_BA\_ABF đề xuất cho mảng ULA 20 phần tử dipole nửa bước sóng được thực thi và kiểm chứng khả năng đặt điểm “không”.

Kết quả mô phỏng cho thấy, bộ PHA\_BA\_ABF đề xuất có khả năng đặt chính xác một điểm, nhiều điểm “không”, hoặc một khoảng “không” rộng tại các hướng nhiễu, đồng thời làm giảm mức búp phụ và duy trì hướng và độ rộng búp sóng chính.

Tổng quan, bộ PHA\_BA\_ABF đề xuất nhanh hơn và có hiệu năng tốt hơn các bộ BF thích nghi xây dựng trên GA và APSO. Ngoài ra, bộ PHA\_BA\_ABF đề xuất gần với các ứng dụng thực tiễn do sử dụng phần tử dipole và có xét tới ảnh hưởng của tác động tương hỗ giữa các phần tử trong mảng. Hơn nữa, đề xuất này có thể được áp dụng cho các mảng pha hiện có mà không tốn thêm chi phí phần cứng với thời gian tính toán giảm một nửa. Nội dung này được công bố trong các bài báo [AWPL.1], [VJMW.4].

- (ii) Phát triển bộ BA\_ABF cho ứng dụng chống nhiễu sử dụng kỹ thuật chỉ điều khiển biên độ của trọng số (AMP\_BA\_ABF). Bộ AMP\_BA\_ABF đề xuất cho mảng ULA 20 phần tử vô hướng được thực thi và kiểm chứng khả năng đặt điểm “không”.

Kết quả mô phỏng cho thấy, bộ AMP\_BA\_ABF đề xuất có khả năng đặt chính xác một điểm, nhiều điểm “không”, hoặc một khoảng “không” rộng tại các hướng nhiễu, đồng thời làm giảm mức búp phụ và duy trì hướng và độ rộng búp sóng chính.

Nhìn chung, Bộ AMP\_BA\_ABF đề xuất nhanh hơn và có hiệu năng tốt hơn các bộ BF thích nghi xây dựng trên GA và APSO. Ngoài ra, bộ AMP\_BA\_ABF đơn giản trong thực thi. Số lượng các bộ suy hao cần có và thời gian tính toán giảm một nửa so với bộ tiêu chuẩn thông thường. Nội dung này được công bố trong các bài báo [ACES.2], [VJMW.4].

- (iii) Phát triển bộ BA\_ABF cho ứng dụng chống nhiễu sử dụng kỹ thuật đồng thời điều khiển biên độ và pha của trọng số (CW\_BA\_ABF). Bộ CW\_BA\_ABF đề

xuất cho mảng ULA 20 phần tử vô hướng được thực thi và kiểm chứng khả năng đặt điểm “không”.

Kết quả mô phỏng cho thấy, bộ CW\_BA\_ABF đề xuất có khả năng đặt chính xác một điểm, nhiều điểm “không”, hoặc một khoảng “không” rộng tại các hướng nhiễu, đồng thời làm giảm mức búp phụ và duy trì hướng và độ rộng búp sóng chính.

Đánh giá chung, Bộ CW\_BA\_ABF đề xuất nhanh hơn và có hiệu năng tốt hơn các bộ BF thích nghi xây dựng trên APSO. So với các bộ AMP\_BA\_ABF (i) và PHA\_BA\_ABF (ii), bộ CW\_BA\_ABF đề xuất linh hoạt và hiệu quả hơn. Tuy nhiên, bộ CW\_BA\_ABF này phải trả giá bằng độ phức tạp và chi phí tốn kém hơn trong thực thi. Nội dung này được công bố trong bài báo [REV-JEC.3].

## 12. Khả năng ứng dụng trong thực tiễn:

Các kết quả của luận án này góp phần:

Xây dựng quy trình tổng quát để xây dựng các bộ BA\_ABF cho ứng dụng chống nhiễu dùng mảng anten ULA trong các anten thông minh.

Phát triển ba bộ BA\_ABF sử dụng kỹ thuật chỉ điều khiển biên độ, chỉ điều khiển pha và điều khiển biên độ và pha cho ứng dụng chống nhiễu trong Ra đa và các mạng thông tin vô tuyến.

## 13. Những hướng nghiên cứu tiếp theo:

Phát triển các bộ định dạng và điều khiển búp sóng thực tế ứng dụng trong các mạng thông tin vô tuyến thế hệ mới như mạng thông tin di động 5G.

Phát triển các bộ định dạng và điều khiển búp sóng để chống nhiễu trong trường hợp không biết trước hướng nhiễu.

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

#### **Công trình khoa học của luận án**

[AWPL.1] T.V. Luyen and T.V.B. Giang (2017), "Interference Suppression of ULA Antennas by Phase-only Control Using Bat Algorithm", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*. vol. 16, pp. 3038 – 3042. (ISI – Q1).

[ACES.2] T.V. Luyen and T.V.B. Giang (2017), "Null-Steering Beamformer Using Bat Algorithm", *Journal of Applied Computational Electromagnetic Society*. vol. 33, no. 1, pp. 23-29. (ISI – Q3).

[REV-JEC.3] T.V. Luyen and T.V.B. Giang (2017), "Bat Algorithm Based Beamformer for Interference Suppression by Controlling the Complex Weight", *REV Journal on Electronics and Communications*. Accepted for publication.

[VJMW.4] T.V. Luyen and T.V.B. Giang (2017), Evaluation of Null-steering Beamformers Based on Phase-only or Amplitude-only Control Using Bat Algorithm, *The 2017 Vietnam Japan Microwave Conference*, Hanoi, pp. 34-40.

#### **Công trình khoa học liên quan đến luận án**

[VJMW.5] T.V. Luyen and T.V.B. Giang (2015), Design and Implementation of FPGA based LMS Adaptive Beamformer for ULA Antennas, *The 2015 Vietnam Japan Microwave Conference*, Ho Chi Minh City, pp. 71-76.

[VNU-JSC.6] T.V. Luyen and T.V.B. Giang (2016), "Design of LMS Based Adaptive Beamformer for ULA Antennas", *VNU Journal of Science: Comp. Science & Com. Eng.* vol. 32(3), pp. 72-79.

[VJISAP.7] T.V. Luyen, P.D. Toai, and T.V.B. Giang, (2014), Nulling and Steering of Beams in Planar Antenna Arrays, *The 2014 VIETNAM-JAPAN International Symposium on Antennas and Propagation*, Hanoi, pp. 285-287.

[VJISAP.8] T.V. Luyen, T. D. Duc, and T.V.B. Giang, (2014), Reduction of Sidelobe Level in Planar Antenna Arrays, *The 2013 VIETNAM-JAPAN International Symposium on Antennas and Propagation*, Hanoi, pp. 283-284.

[REV-ECIT.9] T.V. Luyen, T.V.B. Giang (2014), Đề xuất mô hình hệ thống phân cứng để định dạng và điều khiển búp sóng cho các anten thông minh, *Hội thảo quốc gia về điện tử, truyền thông và công nghệ thông tin*, Nha Trang, pp. 190-193.

*Ngày 20 tháng 07 năm 2018*  
**Xác nhận của cán bộ hướng dẫn**  
*(Kí và ghi rõ họ tên)*

**PGS. TS. Trương Vũ Bằng Giang**

*Ngày 20 tháng 07 năm 2018*  
**Nghiên cứu sinh**  
*(Kí và ghi rõ họ tên)*

**Tống Văn Luyện**

## INFORMATION ON DOCTORAL THESIS

1. Full name: Tong Van Luyen
2. Sex: Male
3. Date of birth: 15/06/1979
4. Place of birth: Haiduong
5. Admission decision number: 1118/QĐ-CTSV, Dated 24/12/2012
6. Changes in academic process:

The thesis title is changed according to the resolution of The Doctoral Thesis Evaluation Committee at the grassroots level, 20 January 2018. The thesis title: *Research and development of adaptive beamformers for interference suppression in smart antennas.*

7. Official thesis title: **Research and development of adaptive beamformers for interference suppression in smart antennas.**
8. Major: Telecommunications Engineering
9. Code: 62 52 02 08
10. Supervisors: Assoc. Prof. Dr.-Ing. **Truong Vu Bang Giang**
11. Summary of the **new findings** of the thesis:

(1). Proposal of a general process to build Bat algorithm-based adaptive beamformers (BA\_ABF) to suppress interferences for ULAs in smart antennas.

This general process includes six steps: problem determination; array factor building; pattern nulling techniques; formation of objective function; transformation of Bat algorithm (BA) to adaptive beamforming algorithms; and development of adaptive beamformers. These contents have been published in [AWPL.1], [ACES.2], [REV-JEC.3].

(2). Implementation of the general process to develop three types of BA\_ABF to suppress interferences for ULAs using amplitude-only, phase-only, and complex-weight control techniques, respectively. To be more specific:

- (i) Development of a BA-ABF for interference suppression using amplitude-only pattern nulling control (PHA\_BA\_ABF). The beamformer for 20-isotropic element ULA has been successfully implemented and verified in terms of pattern nulling.

The implemented beamformer has shown the ability to place precisely a single null, multiple nulls, and a broad null at directions of interferences, to suppress sidelobes while maintaining the beamwidth.

Overall, the beamformer is simple to implement and the number of attenuators and computation time are halved. These contents have been published in [AWPL.1], [VJMW.4].

- (ii) Development of a BA-ABF for interference suppression using phase-only pattern nulling control (AMP\_BA\_ABF). The beamformer for 20-dipole ULAs, which is investigated with or without mutual coupling effect, has been successfully implemented and verified in terms of pattern nulling.

The results show that the nulls, which are a single null, multiple nulls, or a broad null, can be precisely imposed at directions of interferences while the pattern maintains the beamwidth and low sidelobe level (SLL).

In general, the proposal is close to the real applications, less complicated, and more attractive for the existing phased arrays, since the required controls are available at no extra cost and the computation time is reduced by half. These contents have been published in [ACES.2], [VJMW.4].

- (iii) Development of a BA\_ABF for interference suppression using complex-weight nulling control (CW\_BA\_ABF). The beamformer for 20-isotropic element ULA has been successfully implemented and verified in terms of pattern nulling.

The implemented beamformer has demonstrated the capability to place precisely single, multiple, and broad nulls at directions of interferences, to suppress sidelobes, and to maintain a predefined beamwidth.

Generally, this beamformer is the most flexible and effective compared to the others in (i) and (ii). However, the trade-off of this type of beamformer is that it is the most complicated one. These contents have been published in [REV-JEC.3].

## 12. Practical applicability, if any:

The results in this thesis contribute to:

Buid a general process to build BA-based adaptive beamformers for interference suppression applications in smart antennas;

Develope three BA-based adaptive beamformers for interference suppression in radar and wireless communication networks.

13. Further research directions, if any:

Development of practical beamformers to be implemented in the next communication systems such as 5G mobile network.

Development of beamformers for interference suppression in the case of unknown directions of interferences.

14. Thesis-related publications:

#### **Publications of the thesis**

[AWPL.1] T.V. Luyen and T.V.B. Giang (2017), "Interference Suppression of ULA Antennas by Phase-only Control Using Bat Algorithm", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*. vol. 16, pp. 3038 – 3042. (ISI – Q1).

[ACES.2] T.V. Luyen and T.V.B. Giang (2017), "Null-Steering Beamformer Using Bat Algorithm", *Journal of Applied Computational Electromagnetic Society*. vol. 33, no. 1, pp. 23-29. (ISI – Q3).

[REV-JEC.3] T.V. Luyen and T.V.B. Giang (2017), "Bat Algorithm Based Beamformer for Interference Suppression by Controlling the Complex Weight", *REV Journal on Electronics and Communications*. Accepted for publication.

[VJMW.4] T.V. Luyen and T.V.B. Giang (2017), Evaluation of Null-steering Beamformers Based on Phase-only or Amplitude-only Control Using Bat Algorithm, *The 2017 Vietnam Japan Microwave Conference*, Hanoi, pp. 34-40.

#### **Publications Related to the thesis**

[VJMW.5] T.V. Luyen and T.V.B. Giang (2015), Design and Implementation of FPGA based LMS Adaptive Beamformer for ULA Antennas, *The 2015 Vietnam Japan Microwave Conference*, Ho Chi Minh City, pp. 71-76.

[VNU-JSC.6] T.V. Luyen and T.V.B. Giang (2016), "Design of LMS Based Adaptive Beamformer for ULA Antennas", *VNU Journal of Science: Comp. Science & Com. Eng.* vol. 32(3), pp. 72-79.

[VJISAP.7] T.V. Luyen, P.D. Toai, and T.V.B. Giang, (2014), Nulling and Steering of Beams in Planar Antenna Arrays, *The 2014 VIETNAM-JAPAN International Symposium on Antennas and Propagation*, Hanoi, pp. 285-287.

[VJISAP.8] T.V. Luyen, T. D. Duc, and T.V.B. Giang, (2014), Reduction of Sidelobe Level in Planar Antenna Arrays, *The 2013 VIETNAM-JAPAN International Symposium on Antennas and Propagation*, Hanoi, pp. 283-284.



[REV-ECIT.9] T.V. Luyen, T.V.B. Giang (2014), Đề xuất mô hình hệ thống phần cứng để định dạng và điều khiển búp sóng cho các anten thông minh, *Hội thảo quốc gia về điện tử, truyền thông và công nghệ thông tin*, Nha Trang, pp. 190-193.

Date: 20/7/2018

**Signature of supervisor**

Date: 20/7/2018

**Signature of PhD student**

Assoc. Prof. Dr.-Ing. **Truong Vu Bang Giang,**

**Tong Van Luyen**