

PGS. TSKH. TRẦN HOÀI LINH

# MANG NƠN

VÀ ỨNG DỤNG TRONG  
XỬ LÝ TÍN HIỆU



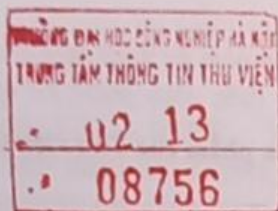
NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA - HÀ NỘI

PGS. TSKH. TRẦN HOÀI LINH

# MẠNG NƠ-RÔN

## VÀ ỨNG DỤNG TRONG XỬ LÝ TÍN HIỆU

*(Xuất bản lần thứ hai, có sửa chữa và bổ sung)*



NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI

## LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn giáo trình *Mạng nơ-rôn và ứng dụng trong xử lý tín hiệu* được sử dụng để giảng dạy môn học cùng tên cho sinh viên ngành Điện của Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Cuốn sách bao gồm 8 chương, trình bày một số kiến thức cơ bản về một chuyên ngành tương đối mới của ngành Trí tuệ nhân tạo là các mạng nơ-rôn nhân tạo và một số khả năng ứng dụng thực tế của các công cụ mạng nơ-rôn nhân tạo trong các bài toán xử lý tín hiệu thực tế.

Chương 1 giới thiệu một số khái niệm cơ bản trong chuyên ngành mạng nơ-rôn nhân tạo và điếm qua về quá trình phát triển của chuyên ngành này.

Chương 2 và chương 3 trình bày về mô hình toán học mô phỏng nơ-rôn và mạng nơ-rôn truyền thẳng.

Chương 4 giới thiệu qua về khái niệm mạng nơ-rôn có phản hồi và một số mạng hoạt động theo mô hình này.

Chương 5 tóm tắt về nguyên tắc xây dựng mô hình theo thuật toán tự tổ chức và mạng Kohonen hoạt động theo nguyên tắc đó.

Chương 6 tóm tắt các ý tưởng chính của lô-gic mờ và mạng nơ-rôn lô-gic mờ.

Một số các ứng dụng thực tế gồm các bài toán dự báo, ước lượng, xử lý thông tin ảnh,... được trình bày trong chương 7.

Chương 8 giới thiệu một số giải pháp mạch tích hợp mô phỏng nơ-rôn và mạng nơ-rôn.

Do khuôn khổ giới hạn của giáo trình và môn học nên còn nhiều lĩnh vực của mạng nơ-rôn chưa được đề cập tới trong cuốn sách này như các thuật toán Deep Learning (học sâu), các mạng CNN, LSTM, BERT,... Thông qua giáo trình, hy vọng người đọc có thể tìm hiểu và nắm được các ý tưởng chính về mạng nơ-rôn nhân tạo, từ đó có thể triển khai ứng dụng các công cụ này trong các bài toán xử lý tín hiệu phức tạp khi mà các công cụ kinh điển tỏ ra không hiệu quả.

Trong lần xuất bản thứ hai này, mặc dù đã được bổ sung và sửa chữa nhưng cuốn sách vẫn khó tránh khỏi các sai sót. Tác giả rất mong nhận được các ý kiến đóng góp của bạn đọc. Các ý kiến xin gửi về Bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Xin chân thành cảm ơn.

Tác giả

Kính tặng Ông Bà nội - ngoại của các cháu,  
Tặng Em và các Con thương yêu!

# MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU .....	3
<b>CHƯƠNG 1. MỘT SỐ CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN .....</b>	<b>7</b>
1.1. Vị trí của chuyên ngành mạng nơ-rôn và ứng dụng trong xử lý tín hiệu .....	7
1.2. Theo dòng lịch sử.....	12
1.3. Các quá trình cơ bản của mạng nơ-rôn .....	17
1.3.1. Quá trình học.....	17
1.3.2. Quá trình kiểm tra.....	18
1.4. Các ứng dụng của mạng nơ-rôn.....	18
<b>CHƯƠNG 2. MÔ HÌNH NƠ-RÔN .....</b>	<b>21</b>
2.1. Nơ-rôn sinh học và mô hình toán học của nơ-rôn nhân tạo .....	21
2.1.1. Bộ não con người.....	21
2.1.2. Mô hình nơ-rôn nhân tạo của McCulloch – Pitts.....	23
2.1.3. Các dạng hàm truyền đạt chính khác .....	26
2.1.4. Ví dụ tính toán đáp ứng đầu ra của nơ-rôn với các hàm truyền đạt khác nhau.....	28
2.2. Các quá trình học và kiểm tra của nơ-rôn .....	29
2.2.1. Quá trình học của nơ-rôn.....	29
2.2.2. Thuật toán học có hướng dẫn của nơ-rôn .....	32
2.2.3. Một số phương pháp nâng cao chất lượng của quá trình học sử dụng gradient .....	40
2.2.4. Quá trình kiểm tra mạng nơ-rôn và khả năng tổng quát hóa .....	45
<b>CHƯƠNG 3. MÔ HÌNH MẠNG PERCEPTRON MLP VÀ CÁC THUẬT TOÁN HOẠT ĐỘNG.....</b>	<b>48</b>
3.1. Nơ-rôn và mạng nơ-rôn nhân tạo .....	48
3.2. Các cấu trúc mạng nơ-rôn.....	49
3.3. Cấu trúc mạng MLP.....	51
3.4. Quá trình học của mạng MLP.....	54
3.5. Thuật toán học theo bước giảm cực đại cho mạng MLP.....	57
3.6. Thuật toán Levenberg – Marquardt .....	58
3.7. Thuật toán học của Hebb.....	58

3.8. Vấn đề mạng học quá khớp (overfitting) và mạng học không đủ (underfitting) .....	60
3.9. Ví dụ minh họa ứng dụng .....	67
<b>CHƯƠNG 4. MẠNG CÓ PHẦN HỒI.....</b>	<b>70</b>
4.1. Mạng RMLP .....	70
4.1.1. Cấu trúc của mạng RMLP .....	70
4.1.2. Thuật toán học của mạng RMLP .....	72
4.1.3. Ví dụ ứng dụng mạng RMLP .....	73
4.2. Mạng ELMAN.....	76
4.2.1. Cấu trúc của mạng Elman.....	76
4.2.2. Thuật toán học của mạng Elman .....	78
4.2.3. Ví dụ ứng dụng mạng Elman .....	80
4.3. Mạng RTRN .....	83
4.3.1. Cấu trúc mạng RTRN.....	83
4.3.2. Thuật toán học của mạng RTRN .....	84
4.3.3. Ví dụ ứng dụng mạng RTRN .....	85
4.4. Mạng HOPFIELD .....	88
4.4.1. Cấu trúc của mạng Hopfield.....	88
4.4.2. Thuật toán học của mạng Hopfield .....	90
4.4.3. Ví dụ áp dụng .....	92
4.5. Mạng HAMMING.....	94
4.5.1. Cấu trúc mạng Hamming .....	94
4.5.2. Ví dụ minh họa .....	96
4.6. Mạng BAM .....	99
4.6.1. Cấu trúc của mạng BAM .....	99
4.6.2. Thuật toán học của mạng BAM.....	100
4.6.3. Ví dụ minh họa .....	101
<b>CHƯƠNG 5. CÁC MẠNG HOẠT ĐỘNG THEO NGUYÊN TẮC TỰ TỔ CHỨC. 104</b>	
5.1. Mạng KOHONEN .....	104
5.2. Quá trình học của mạng KOHONEN.....	110
5.2.1. Các thuật toán phân nhóm trực tuyến.....	110
5.2.2. Thuật toán phân nhóm ngoại tuyến .....	113
5.3. Ví dụ ứng dụng mạng KOHONEN .....	120
5.3.1. Xác định mẫu cho số liệu hai chiều.....	120
5.3.2. Xác định mẫu cho số liệu đa chiều .....	122

<b>CHƯƠNG 6. LÔ-GIC MỜ VÀ MẠNG NƠ-RÔN LÔ-GIC MỜ .....</b>	<b>124</b>
6.1. Khái niệm lô-gic mờ .....	124
6.2. Biểu thức lô-gic mờ.....	126
6.2.1. Một số toán tử mờ cơ bản.....	126
6.2.2. Các toán tử cơ bản trong lô-gic mờ .....	129
6.3. Quy tắc suy luận mờ và giá trị của quy tắc suy luận mờ.....	134
6.4. Tính đáp ứng trong trường hợp hệ nhiều quy tắc suy luận mờ ....	136
6.5. Một số mạng nơ-rôn lô-gic mờ .....	138
6.5.1. Mô hình mạng Mamdani/RBF .....	139
6.5.2. Mô hình mạng TSK .....	146
<b>CHƯƠNG 7. MỘT SỐ ỨNG DỤNG THỰC TẾ CỦA MẠNG NƠ-RÔN.....</b>	<b>164</b>
7.1. Bài toán ước lượng trữ lượng gỗ bằng mạng MLP.....	164
7.2. Bài toán dự báo 24h đỉnh và đáy đồ thị phụ tải điện bằng mạng MLP .....	168
7.3. Bài toán nhận dạng ảnh kỹ tự bằng mạng Hopfield .....	171
7.4. Nhận dạng tín hiệu điện tâm đồ bằng mạng TSK .....	173
7.5. Bài toán ước lượng nồng độ các thành phần trong hỗn hợp khí bằng mạng TSK .....	177
<b>CHƯƠNG 8. CÁC GIẢI PHÁP MẠCH MÔ PHÒNG NƠ-RÔN VÀ MẠNG NƠ-RÔN .....</b>	<b>181</b>
8.1. Giới thiệu chung .....	181
8.2. Một số mô hình mạch mô phỏng các khối nơ-rôn cơ bản.....	182
8.2.1. Các khối nơ-rôn của mạng truyền thẳng.....	182
8.2.2. Mạch analog mô phỏng hoạt động của nơ-rôn Kohonen (mạng SOM).....	187
8.3. Một số mạch tích hợp mô phỏng nơ-rôn và mạng nơ-rôn.....	189
8.3.1. Micro Devices MD1220 .....	191
8.3.2. NLX-420 Neural Processor Slice.....	191
8.3.3. MT19003 NISP Neural Instruction Set Processor.....	191
8.3.4. 80170NW ETANN .....	191
8.3.5. NeuroClassifier .....	192
8.3.6. Các card PC Accelerator và Neurocomputers .....	192
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>200</b>

**ĐỊA CHỈ PHÁT HÀNH SÁCH  
NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA - HÀ NỘI**

Sách điện tử: [www.alezaa.com/bkhn](http://www.alezaa.com/bkhn)

### **ĐẠI LÝ PHÍA BẮC**

- 1 NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA - HÀ NỘI**  
Ngõ 17, Tạ Quang Bửu / Dt: 04.3 868 4569
- 2 NHÀ SÁCH BÁCH KHOA 1**  
Đường đối diện trường ĐHBKHN (Đối diện nhà C10)  
Số 1 Đại Cồ Việt / Dt: 04.3 868 2419
- 3 NHÀ SÁCH BÁCH KHOA 2**  
Nhà A17, Tạ Quang Bửu / Dt: 04.3 623 1317

### **ĐẠI LÝ PHÍA NAM**

- 1 TRUNG TÂM FAHASA NGUYỄN HUỆ**  
40 Nguyễn Huệ, Q.1, Tp Hồ Chí Minh / Dt: 08.3 822 5796
- 2 NHÀ SÁCH THĂNG LONG**  
2 Bis, Nguyễn Thị Minh Khai, Q.1, Tp Hồ Chí Minh / Dt: 08.3 910 2062
- 3 KIỐT GIÁO TRÌNH - TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HỒ CHÍ MINH**  
142 Tô Hiến Thành, Q.10, Tp Hồ Chí Minh / Dt: 08.3 865 1498

**CÁC CỬA HÀNG & CÔNG TY PHÁT HÀNH SÁCH TRÊN TOÀN QUỐC**

