

PGS. TSKH. TRẦN HOÀI LINH

MẠNG NƠN

VÀ ỨNG DỤNG TRONG
XỬ LÝ TÍN HIỆU



NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA - HÀ NỘI

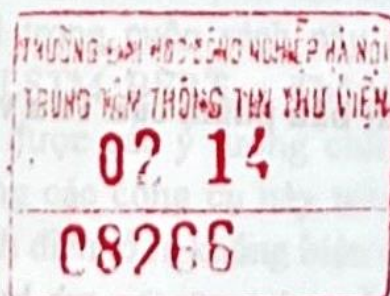
PGS. TSKH. TRẦN HOÀI LINH



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
CHƯƠNG 1. MỘT SỐ CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN	7
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
CHƯƠNG 2. MÔ HÌNH NƠ-RÔN	21
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
CHƯƠNG 3. MÔ HÌNH MẠNG PERCEPTRON MLP VÀ CÁC THUẬT TOÁN HOẠT ĐỘNG.....	48
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
CHƯƠNG 4. MẠNG CÓ PHẢN HỒI.....	70
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
CHƯƠNG 5. CÁC MẠNG HOẠT ĐỘNG THEO NGUYÊN TẮC TỰ TỔ CHỨC.104	
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

CHƯƠNG 6. LÔ-GIC MỜ VÀ MẠNG NƠ-RÔN LÔ-GIC MỜ	124
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
CHƯƠNG 7. MỘT SỐ ỨNG DỤNG THỰC TẾ CỦA MẠNG NƠ-RÔN	164
7.1. Bài toán ước lượng trữ lượng gió 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 ký 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
CHƯƠNG 8. CÁC GIẢI PHÁP MẠCH MÔ PHÒNG NƠ-RÔN VÀ MẠNG NƠ-RÔN	181
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
TÀI LIỆU THAM KHẢO	200