

Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hóa

Nguyễn Thị Thanh Nga

**Về một phương pháp cải tiến thuật toán học của mạng nơ-
ron cho bài toán có mặt lồi đặc biệt trong nhận dạng**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện tử

Họ và tên NCS: Nguyễn Thị Thanh Nga

Khóa đào tạo: 2008-2012

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Nguyễn Hữu Công

2014

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	7
CHƯƠNG 1 : MẠNG NƠN VÀ QUÁ TRÌNH HỌC CỦA MẠNG NƠN	12
1.1. Giới thiệu về mạng nơon và quá trình học của mạng nơon	12
1.1.1. Mạng nơon và các phương pháp học	12
1.1.2. Đánh giá các nhân tố của quá trình học.....	13
1.1.2.1. Khởi tạo các trọng số	13
1.1.2.2. Bước học α	13
1.1.2.3. Hằng số quán tính	14
1.2. Nhận dạng hệ thống sử dụng mạng nơon	14
1.2.1. Nhận dạng hệ thống	14
1.2.2. Nhận dạng hệ thống sử dụng mạng nơon	16
1.3. Mặt lỗi đặc biệt khi luyện mạng nơon	19
1.3.1. Mặt lỗi đặc biệt khi luyện mạng nơon	19
1.3.2. Ví dụ về bài toán dẫn đến mặt lỗi đặc biệt	20
1.4. Mô phỏng quá trình luyện mạng nơon khi sử dụng Toolbox của Matlab	22
1.4.1. Ví dụ với mạng nơon có mặt lỗi bình thường	22
1.4.2. Ví dụ với mạng nơon có mặt lỗi đặc biệt	25
1.5. Tổng quan về tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước	26
1.5.1. Điểm qua một số công trình nghiên cứu về mạng nơon và ứng dụng	26
1.5.2. Các công trình trong và ngoài nước nghiên cứu về thuật toán học của mạng nơon ...	31
1.5.3. Bàn luận	37
1.6. Kết luận chương 1	38
CHƯƠNG 2: THUẬT TOÁN VƯỢT KHE TRONG QUÁ TRÌNH LUYỆN MẠNG NƠN	40
2.1. Thuật toán vượt khe	40
2.1.1. Đặt vấn đề	40
2.1.2. Tính hội tụ và điều kiện tối ưu.....	41
2.1.3. Thuật toán vượt khe	46
2.1.3.1. Giới thiệu	47
2.1.3.2. Nguyên lý vượt khe	48

2.1.3.3. Xác định bước vượt khe	51
2.1.3.4. Ví dụ	54
2.2 Ứng dụng thuật toán vượt khe trong quá trình luyện mạng nơron	56
2.3 Minh họa thuật toán	58
2.3.1. Công tác chuẩn bị	58
2.3.1.1. Điều chỉnh trọng số lớp ra	59
2.3.1.2. Điều chỉnh trọng số lớp ẩn	60
2.3.2. Cấu trúc mạng	62
2.3.3. Các thư viện và hàm mạng	64
2.3.3.1. Thư viện	64
2.3.3.2. Hàm khởi tạo trọng số	66
2.3.3.3. Thủ tục tính bước học vượt khe	67
2.3.3.4. Thủ tục huấn luyện mạng, HUANLUYENVUOTKHE()	69
2.3.4. Kết quả chạy chương trình và so sánh	69
2.3.4.1. Chạy chương trình	69
2.3.4.2. So sánh các phương án	73
2.4. Kết luận chương 2	76
CHƯƠNG 3: ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH KẾT HỢP THUẬT DI TRUYỀN VÀ THUẬT TOÁN VƯỢT KHE ĐỂ CẢI TIẾN QUÁ TRÌNH HỌC CỦA MẠNG NƠRON MLP CÓ MẶT LỖI ĐẶC BIỆT	77
3.1. Đặt vấn đề	77
3.1.1. Khảo sát độ hội tụ của quá trình luyện mạng nơron bằng kỹ thuật lan truyền ngược nguyên thủy với các bộ khởi tạo trọng số ban đầu khác nhau	77
3.1.2. Khảo sát độ hội tụ của quá trình luyện mạng nơron có mặt lỗi đặc biệt bằng kỹ thuật lan truyền ngược kết hợp thuật toán vượt khe với các bộ khởi tạo trọng số ban đầu khác nhau	80
3.2. Đề xuất mô hình kết hợp giải thuật di truyền và thuật toán vượt khe trong quá trình luyện mạng nơron	83
3.2.1. Đặt vấn đề	83
3.2.2. Thuật toán	87
3.3. Áp dụng mô hình kết hợp giải thuật di truyền và thuật toán vượt khe trong quá trình luyện mạng nơron vào bài toán nhận dạng	91
3.4. Kết luận chương 3	94
KẾT LUẬN CHUNG VÀ ĐỀ XUẤT HƯỚNG NGHIÊN CỨU	95

CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ	99
TÀI LIỆU THAM KHẢO	100
PHỤ LỤC 1.....	106

DANH MỤC BẢNG BIỂU, HÌNH VẼ

Bảng 2.1. Các hàm kích hoạt (transfer function) tiêu biểu.....64

Bảng 2.2: Tập hồ sơ mẫu đầu vào {0 1 2 3 4 5 6 7 8 9}74

*Bảng 2.3: Tập hồ sơ mẫu đầu vào {! @ # \$ % ^ & * ()}75*

Bảng 3.1. Kết quả khi nhận dạng hệ thống phi tuyến tĩnh79

Bảng 3.2: Kết quả khi nhận dạng hệ thống động học phi tuyến80

Bảng 3.3: Kết quả khi nhận dạng hệ thống có mặt lỗi dạng lòng khe.....82

Bảng 3.4. So sánh GA và BP với sai số là 0.1 85

Bảng 3.5: So sánh GA và BP với sai số là 0.001 86

Bảng 3.6: So sánh GA và BP với sai số khác nhau 86

Hình 1.1. Điều khiển theo nguyên tắc phản hồi đầu ra 15

Hình 1.2: Mô hình nhận dạng cơ bản 18

Hình 1.3. Mặt sai số dạng lòng khe 19

Hình 1.4: Kỹ nguyên luyện mạng ví dụ 1 24

Hình 1.5: Cấu trúc mạng nơron cho nhận dạng chữ.....25

Hình 1.6: Kết quả luyện mạng nơron với các phương pháp lan truyền ngược khác nhau (traingd, traingdm, traindx, trainda) 26

Hình 2.1: Quỹ đạo dao động với sai số dạng lòng khe.....42

Hình 2.2: Hàm khe 48

Hình 2.3: Xác định bước vượt khe α^v 50

Hình 2.4: Lưu đồ thuật toán tính bước vượt khe..... 54

Hình 2.5: Bước lặp $k = 1$ 55

Hình 2.6: Các đường đồng mức dạng khe 57

Hình 2.7: Lưu đồ thuật toán huấn luyện mạng nơron với bước học vượt khe.....58

Hình 3.1: Sơ đồ thuật toán kết hợp giải thuật vượt khe và di truyền cho luyện mạng MLP 90

Hình 3.2: Hoạt động của mạng MLP cải tiến..... 93

Hình a: So sánh hoạt động của mạng MLP thuần túy và MLP cải tiến 97

CÁC TỪ VIẾT TẮT

ADLINE	ADaptive Linear Neural, mạng tuyến tính thích nghi đơn lớp
ANN	Artificial Neural Network, mạng nơron nhân tạo
BP	BackPropagation, lan truyền ngược
BPTT	BackPropagation -Through-Time, lan truyền ngược xuyên tâm
LDDN	Layered Digital Dynamic Network, mạng nơron động
LMS	Least Mean Square, trung bình bình phương nhỏ nhất
NNs	Neural NetworkS, mạng nơron
RTRL	Real-Time Recurrent Learning, thuật học hồi qui thời gian thực
SDBP	Steepest Descent BackPropagation, kỹ thuật lan truyền ngược giảm dốc nhất
OBP	Optical BackPropagation, kỹ thuật lan truyền ngược “tốc độ ánh sáng”
VLBP	Variable Learning rate BackPropagation algorithm, kỹ thuật lan truyền ngược với tốc độ học thay đổi.
MLP	MultiLayer Perceptron, mạng truyền thẳng nhiều lớp
GA	Genetic Algorithms, giải thuật di truyền

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận án này là công trình nghiên cứu khoa học của tôi và không trùng lặp với bất cứ công trình khoa học nào khác. Các số liệu trình bày trong luận án đã được kiểm tra kỹ và phản ánh hoàn toàn trung thực. Các kết quả nghiên cứu do tác giả đề xuất chưa từng được công bố trên bất kỳ tạp chí nào đến thời điểm này ngoài những công trình của tác giả.

Ngày 14 tháng 10 năm 2013

Tác giả luận án

Nguyễn Thị Thanh Nga

MỞ ĐẦU

Trong rất nhiều lĩnh vực như điều khiển, tự động hóa, công nghệ thông tin..., nhận dạng được đối tượng là vấn đề mấu chốt quyết định sự thành công của bài toán. Phần lớn các đối tượng trong thực tế đều là phi tuyến với độ phi tuyến khác nhau.

Mạng nơron có khả năng xấp xỉ các hàm phi tuyến một cách đầy đủ và chính xác, nó được sử dụng tốt cho các mô hình động học phi tuyến. Điều quan trọng là thuật lan truyền ngược tĩnh và động của mạng nơron được sử dụng để hiệu chỉnh các tham số trong quá trình nhận dạng. Cơ sở toán học của việc khẳng định rằng mạng nơron là công cụ xấp xỉ vạn năng các hàm số liên tục dựa trên các định lý Stone – Weierstrass và Kolmogorov[15].

Việc sử dụng định lý Stone – Weierstrass để chứng minh khả năng xấp xỉ của mạng nơron đã được các tác giả Hornik et al., Funahashi, Cotter, Blum đưa ra từ năm 1989. Các mạng nơron thỏa mãn định lý Stone – Weierstrass có thể kể đến là mạng lượng giác, mạng hai lớp với hàm kích hoạt sigmoid, mạng hai lớp với hàm kích hoạt McCulloch – Pitts(MC - P) và mạng với hàm cơ sở xuyên tâm(RBF)[16], [17], [18], [19].

Việc sử dụng định lý Kolmogorov để biểu diễn chính xác hàm liên tục và đưa ra sơ đồ mạng nơron tương ứng đã được Hecht - Nielsen và Lorentz công bố[20], [21], [22].

Mạng nơron là một trong những công cụ nhận dạng tốt nhất vì các đặc trưng sau: Khả năng học từ kinh nghiệm (khả năng được huấn luyện), khả năng xử lý song song với tốc độ xử lý nhanh, khả năng học thích nghi, khả năng khái quát hoá cho các đầu vào không được huấn luyện, ví dụ dựa vào cách học mạng có thể sẽ tiên đoán đầu ra từ đầu vào không biết trước [23], [24].

Hiện nay, một công cụ phần mềm được ứng dụng rất hiệu quả trong các lĩnh vực về điều khiển, tự động hóa, công nghệ thông tin đó là Matlab. Khi sử dụng bộ công cụ Neural Network Toolbox, chúng ta có thể luyện mạng để nhận dạng được một số đối tượng tuyến tính và phi tuyến. Bộ công cụ cung cấp cho chúng ta một số

phương pháp luyện mạng nơron, trong đó kỹ thuật lan truyền ngược được ứng dụng rộng rãi hơn cả. Ở đó chúng ta có thể lựa chọn các bước học khác nhau phục vụ cho quá trình luyện mạng như: Traingd (Basic gradient descent), Traingdm (Gradient descent with momentum), Traingdx (Adaptive learning rate), Trainbfg (BFGS quasi-Newton)...

Một nhược điểm khi dùng mạng nơron là chưa có phương pháp luận chung khi thiết kế cấu trúc mạng cho các bài toán nhận dạng và điều khiển mà phải cần tới kiến thức của chuyên gia. Mặt khác khi xấp xỉ mạng nơron với một hệ phi tuyến sẽ khó khăn khi luyện mạng vì có thể không tìm được điểm tối ưu toàn cục... Vậy, tồn tại lớn nhất gặp phải là tìm nghiệm tối ưu toàn cục, đặc biệt áp dụng cho các bài toán lớn, các hệ thống điều khiển quá trình.

Giải thuật di truyền (Genetic Algorithms-GA) được biết đến như một giải thuật tìm kiếm dựa trên học thuyết về chọn lọc tự nhiên và nó cho phép ta đạt được tới cực trị toàn cục. Thực ra, GA thuộc lớp các thuật toán xác suất, nhưng lại rất khác những thuật toán ngẫu nhiên vì chúng kết hợp các phần tử tìm kiếm trực tiếp và ngẫu nhiên. Khác biệt quan trọng giữa phương pháp tìm kiếm của GA và các phương pháp tìm kiếm khác là GA duy trì và xử lý một tập các lời giải (quần thể) - tất cả các phương pháp khác chỉ xử lý một điểm trong không gian tìm kiếm. Chính vì thế, GA mạnh hơn các phương pháp tìm kiếm hiện có rất nhiều. [25], [26].

Hiện nay, việc nghiên cứu các thuật toán tìm nghiệm tối ưu toàn cục khi luyện mạng nơron đã được một số tác giả nghiên cứu áp dụng [27], [28], [29]. Tuy nhiên khi sử dụng mạng nơron để xấp xỉ một số đối tượng phi tuyến mà mặt lỗi sinh ra có dạng lòng khe [28], việc huấn luyện mạng gặp rất nhiều khó khăn.

Nội dung đề tài sẽ đi nghiên cứu một thuật toán tìm điểm tối ưu toàn cục trong quá trình luyện mạng nơron bằng thuật toán vượt khe có sự kết hợp với giải thuật di truyền.

Mục tiêu

- Đề xuất mô hình kết hợp thuật toán vượt khe và giải thuật di truyền để huấn luyện mạng nơron.

- Xây dựng bộ công cụ phần mềm để luyện mạng nơron cho một số bài toán có mặt lồi đặc biệt, làm cơ sở bổ sung vào Neural Toolbox Matlab.

Nội dung chính

- Nghiên cứu lý thuyết về mạng nơron và quá trình học của mạng nơron.
- Nghiên cứu lý thuyết về thuật toán vượt khe và xây dựng thuật toán tính bước học vượt khe.
- Xây dựng thuật toán huấn luyện mạng nơron bằng kỹ thuật lan truyền ngược kết hợp với thuật toán vượt khe.
- Đề xuất thuật toán huấn luyện mạng nơron bằng kỹ thuật lan truyền ngược có sử dụng giải thuật di truyền kết hợp với thuật toán vượt khe.
- Viết và cài đặt chương trình huấn luyện mạng nơron trên C++.
- Viết và cài đặt chương trình huấn luyện mạng nơron trên Matlab.

Phương pháp nghiên cứu

Sử dụng cả nghiên cứu lý thuyết, thực nghiệm mô phỏng trên máy tính.

***. Nghiên cứu lý thuyết:**

- Tập trung nghiên cứu vấn đề mạng nơron là gì và ứng dụng của mạng nơron trong nhận dạng. Nghiên cứu những khó khăn tồn tại khi luyện mạng nơron với mặt lồi đặc biệt có dạng lòng khe.
- Nghiên cứu giải bài toán tối ưu tĩnh mà hàm mục tiêu có dạng đặc biệt – dạng lòng khe. Với hàm mục tiêu này bằng các phương pháp thông thường, ví dụ như phương pháp gradient không tìm được cực tiểu, còn thuật toán vượt khe có thể vượt qua được lòng khe để đến điểm tối ưu.
- Nghiên cứu sự ảnh hưởng giá trị ban đầu khi giải bài toán tối ưu tĩnh bằng phương pháp số, đặc biệt khi hàm mục tiêu có dạng lòng khe. Giá trị ban đầu ảnh hưởng lớn tới tính hội tụ và thời gian tính nghiệm tối ưu.
- Nghiên cứu giải thuật di truyền, và ứng dụng của nó trong quá trình tìm nghiệm tối ưu toàn cục.