

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG



NGUYỄN XUÂN HÒA

**MẠNG NƠI TRUYỀN THÔNG VÀ ỨNG  
DỤNG TRONG DỰ BÁO Lũ LỤT**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH**

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG



NGUYỄN XUÂN HÒA

**MẠNG NƠI RƠN TRUYỀN THẮNG VÀ ỨNG  
DỤNG TRONG DỰ BÁO Lũ LỤT**

**Chuyên Ngành: Khoa học máy tính**

**Mã số : 60.48.01**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH**

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

**TS. Nguyễn Long Giang**

**Thái Nguyên - 2014**

LỜI CẢM ƠN.....	1
LỜI CAM ĐOAN.....	1
MỤC LỤC.....	1
DANH SÁCH BẢNG.....	5
DANH SÁCH HÌNH VẼ.....	6
MỞ ĐẦU.....	7
Chương 1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠNG NƠN.....	9
1.1. Lịch sử phát triển.....	9
1.2. Nơon sinh học và mạng nơon sinh học.....	10
1.3. Nơon nhân tạo.....	10
1.4. Mạng nơon nhân tạo.....	13
1.4.1. Khái niệm.....	13
1.4.2. Cấu trúc.....	13
1.4.3. Các đặc trưng của mạng nơon.....	15
1.5. Thủ tục học của mạng nơon.....	15
1.5.1. Học tham số.....	15
1.5.2. Học cấu trúc.....	17
1.6. Một số ứng dụng của mạng nơon.....	17
Chương 2. MẠNG NƠN TRUYỀN THẮNG VÀ THUẬT TOÁN LAN TRUYỀN	
NGƯỢC.....	19
2.1. Kiến trúc cơ bản của mạng nơon truyền thẳng.....	19
2.2. Khả năng thể hiện của mạng nơon truyền thẳng.....	20
2.3. Cơ chế học của mạng nơon truyền thẳng.....	21
2.4. Thuật toán lan truyền ngược của sai số (Back-Propagation).....	22
2.4.1. Mô tả thuật toán BP.....	22
2.4.2. Sử dụng thuật toán BP.....	27
2.4.3. Một số cải tiến của thuật toán BP.....	32
2.4.4. Nhận xét chung về thuật toán BP.....	37
2.5. Một số thuật toán tối ưu khác.....	39
2.5.1. Thuật toán giả luyện kim (Simulated annealing).....	39

2.5.2. Thuật giải di truyền.....	40
<b>Chương 3. ỨNG DỤNG MẠNG NƠON TRUYỀN THĂNG TRONG DỰ BÁO DỮ LIỆU</b>	
.....	42
3.1. Sơ lược về ứng dụng mạng nơon trong dự báo dữ liệu .....	42
3.2. Thu thập, phân tích và xử lý dữ liệu.....	42
3.2.1. Kiểu của các biến.....	43
3.2.2. Thu thập dữ liệu .....	44
3.2.3. Phân tích dữ liệu .....	45
3.2.4. Xử lý dữ liệu .....	45
3.2.5. Tổng hợp.....	47
3.3. Chương trình dự báo dữ liệu .....	48
3.3.1. Các bước chính trong quá trình thiết kế và xây dựng.....	48
3.3.2. Ứng dụng mạng nơon truyền thăng nhiều lớp trong dự báo đỉnh lũ sông Trà Khúc trạm Sơn Giang .....	53
3.3.3. Chương trình dự báo dữ liệu .....	56
3.4. Một số nhận xét.....	60
<b>KẾT LUẬN.....</b>	<b>62</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>64</b>
<b>PHỤ LỤC .....</b>	<b>66</b>

## DANH SÁCH BẢNG

<b>Bảng 2.1.</b> Thuật toán lan truyền ngược của sai số (Thuật toán BP).....	27
<b>Bảng 2.2.</b> Các hàm kích hoạt.....	29

## DANH SÁCH HÌNH VẼ

<b>Hình 1.1.</b> Đơn vị xử lý thứ $j$ .....	11
<b>Hình 1.2.</b> Hàm tuyến tính (Identity Function).....	12
<b>Hình 1.3.</b> Hàm bước nhị phân (Binary Step Function) .....	12
<b>Hình 1.4.</b> Hàm Sigmoid.....	13
<b>Hình 1.5</b> Mạng nơron truyền thẳng nhiều lớp (Feed-Forward Neural Network)....	14
<b>Hình 1.6.</b> Mạng hồi quy (Recurrent Neural Network) .....	14
<b>Hình 1.7.</b> Sơ đồ học có thầy .....	16
<b>Hình 2.1.</b> Mạng nơron truyền thẳng 2 lớp .....	19

## MỞ ĐẦU

Dự báo dữ liệu là một trong những bài toán quan trọng trong khai phá dữ liệu và học máy nhằm tìm ra các quy luật của dữ liệu. Dự báo dữ liệu mang lại nhiều lợi ích thiết thực phục vụ con người, nó giúp con người nắm bắt được các quy luật vận động trong tự nhiên và trong đời sống kinh tế xã hội. Nguyên lý của dự báo dữ liệu là dựa vào dữ liệu lịch sử để xây dựng mô hình nhằm dự báo các dữ liệu trong tương lai. Có rất nhiều các phương pháp dự báo dữ liệu khác nhau tùy thuộc vào từng đặc thù của các bài toán cụ thể và các nhiệm vụ khai phá dữ liệu, điển hình là các phương pháp thống kê và học máy, hệ chuyên gia, hệ hỗ trợ quyết định... Ngày nay, các kho dữ liệu ngày càng lớn, ngày càng phức tạp và đa dạng. Để xây dựng các mô hình dự báo hiệu quả trên những dữ liệu khổng lồ và phức tạp này, các nhà khoa học đã và đang nỗ lực nghiên cứu các phương pháp mô phỏng tư duy của bộ óc của con người nhằm xây dựng các mô hình dự báo hiệu quả nhất, đặc biệt là các phương pháp “*học có thầy*”, trong đó mạng nơron nhân tạo là công cụ điển hình.

Mạng nơron nhân tạo là một lớp các mô hình tính toán mô phỏng hoạt động bộ não con người. Các mô hình đó đều sử dụng một cấu trúc mạng trong đó các đỉnh được gọi là các nơron. Các nơron này xử lý tín hiệu số từ môi trường bên ngoài hoặc các nơron khác trong mạng gửi tới qua các kết nối và sau đó gửi tín hiệu đến các nơron khác hoặc ra môi trường. Mạng nơron truyền thẳng là một lớp các mạng nơron nhân tạo được thực tiễn chứng minh là khá mạnh và hiệu quả trong các bài toán dự báo, phân tích dữ liệu. Chúng có thể được huấn luyện và ánh xạ từ các dữ liệu vào tới các dữ liệu ra mà không yêu cầu các dữ liệu đó phải đầy đủ. Trong số các loại mạng tương đối phổ biến thì các mạng nơron truyền thẳng nhiều lớp, được huấn luyện bằng thuật toán lan truyền ngược được sử dụng nhiều nhất. Các mạng nơron này có khả năng biểu diễn các ánh xạ phi tuyến giữa đầu vào và đầu ra, chúng được coi như là các “bộ xấp xỉ đa năng”. Việc ứng dụng của loại mạng này chủ yếu là cho việc phân tích, dự báo, phân loại các số liệu thực tế. Đặc biệt đối với việc dự báo khuynh hướng thay đổi của các dữ liệu tác nghiệp trong các cơ quan, tổ chức kinh tế, xã hội,... Nếu có thể dự báo được khuynh hướng thay đổi của dữ liệu với một độ tin cậy nhất định, các nhà lãnh đạo có thể đưa ra được các quyết sách đúng đắn cho cơ quan, tổ chức của mình.

Luận văn này được thực hiện với mục đích tìm hiểu và làm sáng tỏ một số khía cạnh về mạng nơron truyền thẳng nhiều lớp, thuật toán lan truyền ngược và ứng dụng chúng để xây dựng mô hình dự báo dữ liệu và thử nghiệm mô hình với bài toán dự báo đỉnh lũ sông Trà Khúc tại trạm khí tượng Sơn Giang.

*Đối tượng nghiên cứu* của luận văn là các tập (bảng) dữ liệu mẫu của lĩnh vực dự báo lũ lụt, bao gồm tập dữ liệu huấn luyện (training), tập dữ liệu kiểm tra (test) và tập dữ liệu xác nhận (validation). Mỗi bảng dữ liệu bao gồm các giá trị thuộc tính đầu vào (thuộc tính điều kiện) và giá trị thuộc tính mong muốn (thuộc tính quyết định)..

*Phạm vi nghiên cứu lý thuyết* là mạng nơron truyền thẳng ba lớp, phạm vi nghiên cứu thực nghiệm là xây dựng chương trình dự báo đỉnh lũ sông Trà Khúc tại trạm khí tượng Sơn Giang bằng cách áp dụng mô hình mạng nơron truyền thẳng ba lớp.

*Phương pháp nghiên cứu* của luận văn là nghiên cứu lý thuyết và nghiên cứu thực nghiệm. Về nghiên cứu lý thuyết: luận văn thực hiện tổng hợp các khái niệm và các kết quả nghiên cứu về mạng nơron truyền thẳng nhiều lớp và các vấn đề liên quan đến thuật toán lan truyền ngược. Về nghiên cứu thực nghiệm: luận văn thực hiện xây dựng mô hình dự báo sử dụng mạng nơron truyền thẳng và thử nghiệm mô hình với bài toán cụ thể nhằm sáng tỏ các vấn đề về lý thuyết.

*Bố cục của luận văn* gồm phần mở đầu và ba chương nội dung, phần kết luận và danh mục các tài liệu tham khảo.

Chương 1 trình bày các khái niệm cơ bản về mạng nơron nhân tạo. Chương 2 trình bày mô hình mạng nơron truyền thẳng nhiều lớp và thuật toán lan truyền ngược của sai số (Back-Propagation), gọi tắt là thuật toán BP. Chương 3 trình bày các vấn đề về mô hình mạng nơron dự báo và xây dựng chương trình dự báo đỉnh lũ sông Trà Khúc tại trạm khí tượng Sơn Giang. Cuối cùng, phần kết luận nêu những đóng góp của luận văn, hướng phát triển tiếp theo.



## Chương 1. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠNG NƠN

### 1.1. Lịch sử phát triển

Dưới đây đưa ra các mốc đáng chú ý trong lịch sử phát triển của mạng nơron nhân tạo.

- Cuối thế kỷ 19, sự phát triển chủ yếu là những công việc có sự tham gia của cả ba ngành: Vật lý học, Tâm lý học, Thần kinh học bởi các nhà khoa học như: Hermann von Helmholtz, Ernst Mach, Ivan Pavlov. Các công trình nghiên cứu này chủ yếu đi sâu vào các lý thuyết tổng quát về Học (Learning), Nhìn (vision) và Điều kiện (conditioning)... và không đưa ra những mô hình toán học cụ thể nào để mô tả hoạt động của các Nơron.
- Bắt đầu vào những năm 1940 với công trình của Warren McCulloch và Walter Pitts. Họ chỉ ra rằng về nguyên tắc, mạng của các nơron nhân tạo có thể tính toán bất kỳ một hàm số học hay logic nào.
- Tiếp theo là Donald Hebb, ông đã phát biểu rằng việc thuyết phản xạ cổ điển (classical conditioning) là hiện thực bởi vì do các thuộc tính của từng nơron riêng biệt. Ông cũng nêu ra một phương pháp học của các nơron nhân tạo.
- Ứng dụng thực nghiệm đầu tiên của các nơron nhân tạo có được vào cuối những năm 50 cùng với phát minh của mạng perceptron và luật học tương ứng bởi Frank Rosenblatt. Mạng này có khả năng nhận dạng các mẫu. Điều này đã mở ra rất nhiều hy vọng cho việc nghiên cứu mạng nơron. Tuy nhiên nó chỉ có thể giải quyết một số lớp hữu hạn các bài toán.
- Cùng thời gian đó, Bernard Widrow và Ted Hoff đưa ra một thuật toán học mới và sử dụng nó để dạy cho các mạng nơron tuyến tính thích nghi, mạng có cấu trúc và chức năng tương tự như mạng của Rosenblatt. Luật học Widrow-Hoff vẫn còn được sử dụng cho đến nay.
- Tuy nhiên cả Rosenblatt và Widrow-Hoff đều cùng vấp phải một vấn đề do Marvin Minsky và Seymour Papert phát hiện ra. Họ cố gắng cải tiến luật học và mạng để có thể vượt qua được hạn chế này nhưng họ đã không thành công trong việc cải tiến luật học để có thể dạy được các mạng có cấu trúc phức tạp hơn.
- Do những kết quả của Minsky-Papert nên việc nghiên cứu về mạng nơron

gần như bị đình lại trong suốt một thập kỷ do nguyên nhân là không có được các máy tính đủ mạnh để có thể thực nghiệm.

- Mặc dù vậy, cũng có một vài phát kiến quan trọng vào những năm 70. Năm 1972, Teuvo Kohonen và James Anderson độc lập cùng phát triển một loại mạng mới có thể hoạt động như một bộ nhớ. Stephen Grossberg cũng rất tích cực trong việc khảo sát các mạng tự tổ chức (Self\_organizing networks).

Vào những năm 80, việc nghiên cứu mạng nơron phát triển rất mạnh mẽ cùng với sự ra đời của PC. Hai khái niệm mới có liên quan đến sự hồi sinh này đó là:

- 1) Việc sử dụng các phương pháp thống kê để giải thích hoạt động của một lớp các mạng hồi quy (recurrent networks) có thể được dùng như bộ nhớ liên hợp (associative memory) trong công trình của nhà vật lý học John Hopfield.
- 2) Sự ra đời của thuật toán lan truyền ngược (back-propagation) để luyện các mạng nhiều lớp được tìm ra bởi một vài nhà nghiên cứu một cách độc lập như: David Rumelhart, James McClelland,... Đó cũng là câu trả lời cho Minsky-Papert.

## 1.2. Nơron sinh học và mạng nơron sinh học

Hệ thần kinh ở người có khoảng  $10^{10}$  tế bào thần kinh được gọi là các nơron. Mỗi nơron gồm có ba phần: thân nơron với nhân ở bên trong, một đầu thần kinh ra và một hệ thống hình cây các đầu thần kinh vào. Độ lớn của các *tín hiệu vào* có thể bị thay đổi khi được truyền qua các *khớp thần kinh* có trên các nhánh thần kinh vào. Tỷ lệ biến đổi tín hiệu ở khớp thần kinh được gọi là *độ khuếch đại khớp* và được gọi là các *trọng số* trong các nơron. Theo các nghiên cứu về sinh học, chức năng của hệ thần kinh không phụ thuộc nhiều vào vai trò của từng nơron đơn lẻ mà phụ thuộc vào cách mà toàn bộ các nơron được nối với nhau, gọi là *mạng nơron sinh học*.

## 1.3. Nơron nhân tạo

Nơron nhân tạo là mô hình toán học mô phỏng nơron sinh học. Mỗi nơron nhân tạo được gọi là một *đơn vị xử lý* với chức năng: nhận tín hiệu vào từ các đơn vị phía trước (hay một nguồn bên ngoài), tính tín hiệu ra từ các tín hiệu vào và lan truyền tín hiệu ra sang các đơn vị khác[4].