

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CNTT & TRUYỀN THÔNG**

**NGUYỄN THỊ AN HẢI**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MẠNG  
NƠN TẾ BÀO VÀO GIẢI PHƯƠNG TRÌNH  
NAVIER - STOKES TRÊN MẶT BIÊN**

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

**THÁI NGUYÊN - 2017**

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC CNTT & TRUYỀN THÔNG**

**NGUYỄN THỊ AN HẢI**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MẠNG  
NƠN TẾ BÀO VÀO GIẢI PHƯƠNG TRÌNH  
NAVIER - STOKES TRÊN MẶT BIÊN**

**Chuyên ngành: Khoa học máy tính**

**Mã số: 60 48 01 01**

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

**Người hướng dẫn khoa học: TS. VŨ ĐỨC THÁI**

**THÁI NGUYÊN - 2017**

**LỜI CAM ĐOAN**

Tôi cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, dưới sự hướng dẫn của TS. Vũ Đức Thái. Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực, bảo đảm tính khách quan, luận văn này cho đến nay chưa được bảo vệ tại bất kỳ hội đồng nào và chưa hề được công bố trên bất kỳ phương tiện nào khác. Các tài liệu tham khảo có nguồn gốc xuất xứ rõ ràng.

Tác giả xin chịu trách nhiệm về những lời cam đoan trên.

*Thái nguyên, ngày ..... tháng ..... năm 2017*

**Tác giả luận văn**

*Nguyễn Thị An Hải*

**LỜI CẢM ƠN**

Em xin chân thành cảm ơn thầy giáo TS. Vũ Đức Thái đã trực tiếp giao cho em đề tài, tận tình hướng dẫn và tạo mọi điều kiện cho em hoàn thành luận văn.

Em xin chân thành cảm ơn các thầy cô giáo, các cán bộ nhân viên phòng Đào tạo, Lãnh đạo Trường Đại học Công nghệ Thông tin và Truyền thông đã giúp đỡ tạo điều kiện cho em hoàn thành bản luận văn này.

Tôi cũng xin chân thành cảm ơn sự quan tâm giúp đỡ của gia đình, bạn bè và tập thể lớp Cao học K14A đã cổ vũ động viên tôi hoàn thành tốt luận văn của mình.

*Thái nguyên, ngày ..... tháng..... năm 2017*

***Học viên***

***Nguyễn Thị An Hải***

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	i
LỜI CẢM ƠN .....	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CÁC HÌNH.....	v
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	vi
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT .....	vii
MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ MẠNG NƠN TẾ BÀO VÀ PHƯƠNG TRÌNH ĐẠO HÀM RIÊNG .....	2
1.1. Các khái niệm cơ bản về công nghệ mạng Noron tế bào .....	2
1.1.1 Lịch sử công nghệ mạng noron tế bào .....	2
1.1.2 Kiến trúc chuẩn về công nghệ mạng nơ ron tế bào .....	5
1.1.3 Các định nghĩa về mạng nơ ron tế bào .....	6
1.1.4 Các phương trình cơ bản của mạng noron tế bào.....	7
1.1.5 Kiến trúc của máy tính mạng Noron CNN-UM.....	11
1.1.6 Các kết quả đạt được về công nghệ mạng noron tế bào hiện nay .....	14
1.1.7 Giới thiệu kiến trúc phần cứng FPGA.....	17
1.2 Các dạng phương trình đạo hàm riêng.....	18
1.2.1 Các khái niệm cơ bản về phương trình đạo hàm riêng.....	18
1.2.2 Phân loại các phương trình đạo hàm riêng tuyến tính cấp hai với hai biến độc lập .....	19
1.2.3 Phương pháp sai phân.....	20
1.3 Mối quan hệ giữa công nghệ mạng Noron tế bào và phương trình đạo hàm riêng .....	23
1.4 Ngôn ngữ Matlab .....	25
1.4.1 Tổng quan về Matlab.....	25
1.4.2 Các thao tác cơ bản trên Matlab .....	27
1.5 Kết luận.....	31

CHƯƠNG 2 ỨNG DỤNG CỦA CÔNG NGHỆ MẠNG NƠON TẾ BÀO VÀO GIẢI PHƯƠNG TRÌNH NAVIER-STOKES.....	32
2.1. Các thuật toán và giải pháp giải phương trình đạo hàm riêng trên CNN .....	32
2.1.1. Mối tương quan giữa PDE và CNN .....	32
2.1.2. Điều kiện để PDE giải được bằng CNN.....	34
2.1.3. Giải phương trình đạo hàm riêng Burger sử dụng công nghệ CNN .....	38
2.1.4. Bài toán giải phương trình dòng chảy thủy lực .....	39
2.1.5. Điều kiện ban đầu, điều kiện biên của các phương trình (2.10) và (2.11).....	43
2.1.6. Thiết kế chế tạo mạng CNN giải phương trình bằng công nghệ FPGA	45
2.1.7. Cấu hình mạng CNN sử dụng chip Cyclone 2 .....	46
2.2. Phương trình Navier – Stokes.....	49
2.3. Giải phương trình Navier-Stokes bằng công nghệ mạng Noron tế bào .....	51
2.3.1. Sai phân phương trình Navier - Stokes theo thuật toán CNN.....	51
2.3.2. Thiết kế mẫu cho mạng CNN giải phương trình Navier - Stokes.....	53
2.3.3. Thiết kế mạng CNN giải phương trình Navier - Stokes.....	55
CHƯƠNG 3 MÔ PHÒNG TÍNH TOÁN GIẢI PHƯƠNG TRÌNH NAVIER – STOKES TRÊN MATLAB .....	58
3.1. Các thông số và ràng buộc .....	58
3.2. Mô phỏng trên Matlab và kết quả tính toán.....	59
3.2.1. Xác định thuật toán tính toán trên Matlab.....	59
3.2.2. Kết quả giá trị tính toán .....	59
3.3. Đánh giá kết quả tính toán .....	66
KẾT LUẬN .....	67
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	68

## DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1: Mạng CNN 2 chiều (CNN2D) .....	3
Hình 1.2: Kiến trúc CNN chuẩn.....	6
Hình 1.3: Kiến trúc làm việc của mạng CNN.....	6
Hình 1.4: Mô tả một hệ CNN-1D có 5 tế bào.....	8
Hình 1.5: Dạng đồ thị hàm ra của một tế bào .....	10
Hình 1.6: Cấu trúc đầy đủ của tế bào CNN-UM.....	11
Hình 1.7 Mô hình công nghệ của CNN-UM mở rộng.....	12
Hình 1.8: CNN với $r=1$ ; $r=2$ .....	13
Hình 1.9: Lưới sai phân 2 chiều .....	24
Hình 1.10: Màn hình làm việc của MATLAB.....	27
Hình.1.11: Đồ thị tạo ra bởi $\text{plot}(x,y)$ .....	31
Hình 2.1 Kết quả giải phương trình Burger .....	39
Hình 2.2 Mô hình bài toán dòng chảy một chiều.....	40
Hình 2.3 Mô tả điều kiện biên của phương trình dòng chảy một chiều .....	43
Hình 2.4 Kiến trúc mạch khối cho bài toán dòng chảy một chiều.....	45
Hình 2.5 Mạch tính toán cho mỗi tế bào hàm $h(x,t)$ ; $Q(x,t)$ .....	46
Hình 2.6 Khối tính toán cho một cặp tế bào $h$ , $Q$ (khối) thứ $i$ .....	46
Hình 2.7 Kiến trúc Chip CNN có các khối tế bào tính toán .....	47
Hình 2.8 Mô hình mạng CNN dùng cơ chế pipelines và thanh ghi dịch.....	48
Hình 2.9 Một phần kết quả tính toán trên CNN (chip) EP2C35) .....	49
Hình 2.10 Hình ảnh kết quả tính toán của $h$ , $Q$ trên chip CNN.....	49
Hình 2.11 Mạch tính toán trên CNN cho hàm $h$ .....	55
Hình 2.12 Mạch tính toán trên CNN cho hàm $u$ .....	56
Hình 2.13 Mạch tính toán trên CNN cho hàm $v$ .....	57
Hình 3.1: Mô tả các giá trị đầu vào.....	62
Hình 3.3: Mô tả các giá trị đầu ra.....	66

**DANH MỤC CÁC BẢNG**

Bảng 3.1. Các tham số vật lý cho bài toán.....	58
Bảng 3.2. Giá trị ban đầu của các nghiệm $h_{i,j}(0)$ , $u_{i,j}(0)$ , $v_{i,j}(0)$ .....	60
Bảng 3.3. Giá trị kết quả của các nghiệm của $h_{i,j}(t+\Delta t)$ , $u_{i,j}(t+\Delta t)$ và $v_{i,j}(t+\Delta t)$ .....	64



**DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT**

<b>Viết tắt</b>	<b>Tiếng Anh</b>	<b>Tiếng Việt</b>
CNN	Cellular Neural Network	Công nghệ mạng nơ-ron tế bào
PDE	Partial Difference Equation	Phương trình đạo hàm riêng
FPGA	Field Programmable Logic Array	Ma trận cổng logic lập trình được
VLSI	Very Large Scale Intergrated	Chip tích hợp mật độ cao
VHDL	VHSIC hardware description language	Ngôn ngữ đặc tả phần cứng dùng lập trình cấu hình chip FPGA

## MỞ ĐẦU

Trong nhiều bài toán khoa học các đại lượng biến thiên phức tạp theo nhiều tham số không gian, thời gian và các điều kiện ràng buộc của các quy luật tự nhiên, định luật vật lý, hóa học.... Để giải quyết các bài toán trên thường đưa đến việc giải phương trình vi phân, thậm chí là phương trình vi phân đạo hàm riêng.

Phương trình vi phân có nhiều loại, có nhiều cách giải khác nhau như: phương pháp giải tích, phương pháp phần tử hữu hạn, phương pháp sai phân, phương pháp không lưới. Để giải trên máy tính PC hoặc các công cụ tính toán chuyên dụng ta phải rời rạc hóa mô hình liên tục với các công thức sai phân. Các máy tính PC hiện nay có thể giải được nhưng với tốc độ hạn chế, một số trường hợp không đáp ứng được với ứng dụng trong thời gian thực.

Công nghệ mạng nơ ron tế bào CNN là mô hình tính toán song song vật lý với các mảng các chip có mật độ lớn thực hiện tính toán đồng thời. Việc áp dụng công nghệ mạng nơ ron tế bào vào giải phương trình đạo hàm riêng đạt được tốc độ tính toán rất cao đáp ứng nhu cầu cho các bài toán trong thời gian thực.

Luận văn này thực hiện nghiên cứu về công nghệ CNN và ứng dụng vào giải Hệ phương trình Navier - Stokes cho dòng chảy không nén hai chiều một dạng phương trình đạo hàm riêng phức tạp trong cơ học thủy lực. Đề tài này tập trung nghiên cứu các nội dung sau:

- Công nghệ CNN: Mô hình toán học, điện tử và nguyên tắc thiết kế mạng CNN vào một bài toán cụ thể; một số ứng dụng cơ bản của CNN đã được triển khai trên thế giới và tại Việt Nam.

- Phương trình Navier - Stokes mô tả bài toán thủy lực hai chiều: Xây dựng phương trình sai phân và mô hình kiến trúc mạng CNN cho bài toán.

- Mô phỏng tính toán theo thuật toán CNN trên Matlab, đánh giá kết quả.