

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

**LÊ VĂN THỦY**

**ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MẠNG NƠON TẾ BÀO  
VÀO BÀI TOÁN DÒ BIÊN ẢNH**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH  
VÀ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

**THÁI NGUYÊN - 2013**

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

**LÊ VĂN THỦY**

**ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MẠNG NƠON TẾ BÀO  
VÀO BÀI TOÁN DÒ BIÊN ẢNH**

Chuyên ngành: Khoa học máy tính

Mã số: 60 48 01 01

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH  
VÀ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. VŨ ĐỨC THÁI**

**THÁI NGUYÊN - 2013**

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan rằng đây là công trình nghiên cứu của tôi, có sự hướng dẫn tận tình và chu đáo của người hướng dẫn là TS. Vũ Đức Thái. Các nội dung nghiên cứu và kết quả trong đề tài này là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất cứ công trình nghiên cứu nào trước đây. Những số liệu trong các bảng biểu, hình ảnh phục vụ cho việc phân tích, nhận xét, đánh giá được chính tác giả thu thập từ các nguồn khác nhau có ghi trong phần tài liệu tham khảo. Ngoài ra, luận văn còn sử dụng một số nhận xét, đánh giá cũng như số liệu của các tác giả, cơ quan tổ chức khác và cũng được thể hiện trong phần tài liệu tham khảo.

Nếu phát hiện có bất kỳ sự gian lận nào tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm trước Hội đồng, cũng như kết quả luận văn của mình.

Luận văn đã được chỉnh sửa theo ý kiến của Hội đồng khoa học và được sự đồng ý của người hướng dẫn.

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**

*Thái nguyên, ngày 28 tháng 8 năm 2013*

*Người viết luận văn*

**TS. Vũ Đức Thái**

**Lê Văn Thủy**

## MỤC LỤC

<b>LỜI CAM ĐOAN .....</b>	<b>1</b>
<b>MỤC LỤC .....</b>	<b>2</b>
<b>DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT .....</b>	<b>4</b>
<b>MỞ ĐẦU.....</b>	<b>7</b>
<b>CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU MẠNG NƠN TẾ BÀO.....</b>	<b>9</b>
1.1. Giới thiệu chung.....	9
1.2. Kiến trúc mạng nơon tế bào CNN .....	10
1.3. Máy tính vạn năng mạng nơon tế bào CNN .....	14
1.3.1. Sự phát triển của máy tính điện tử.....	14
1.3.2. Máy tính vạn năng mạng nơon tế bào CNN-UM (Cellular Neural Network Universal Machine) .....	17
1.4. Công nghệ xử lý ảnh nhanh trên mạng CNN.....	19
<b>CHƯƠNG 2. TÌM HIỂU CÁC PHƯƠNG PHÁP DÒ BIÊN ẢNH .....</b>	<b>24</b>
2.1. Bài toán xử lý ảnh .....	24
2.2. Biên của ảnh và các phương pháp phát hiện biên [6] .....	25
2.2.1. Định nghĩa và khái niệm.....	25
2.2.2. Phương pháp phát hiện biên trực tiếp.....	26
2.2.3. Phương pháp phát hiện biên gián tiếp .....	32
2.3. Phương pháp phát hiện biên nâng cao (Canny) .....	36
2.3.1. Cơ sở lý thuyết.....	36
2.3.2. Hoạt động của thuật toán .....	37
2.4. Đánh giá thuật toán và giải pháp công nghệ xử lý mới .....	41
2.4.1. Phát hiện biên trực tiếp.....	41
2.4.2. Phương pháp phát hiện biên gián tiếp .....	42
2.4.3. Giải pháp công nghệ mới.....	43
<b>CHƯƠNG 3. ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MẠNG NƠN TẾ BÀO .....</b>	<b>44</b>
3.1. Xây dựng bài toán .....	44
3.1.1. Sự cần thiết CNN trong xử lý ảnh .....	44
3.1.2. Điều kiện biên tiêu biểu cho một CNN .....	45
3.1.3. Quá trình dò biên, thiết kế mẫu trên CNN.....	47
3.1.3.1. Quá trình tìm mẫu bằng phương pháp học [7]: .....	47

3.1.3.2. Vai trò của mẫu .....	47
3.1.3.3. Thư viện mẫu CNN .....	48
3.1.3.4. Phương pháp thiết mẫu (A, B, z) cho mạng CNN.....	49
3.1.3.5. Sử dụng bộ lọc shock dùng để tăng cường biên.....	53
3.1.3.6. Thuật toán lai dùng CNN tăng tốc cho bộ lọc shock .....	56
3.2. Phân tích mẫu dò biên: EDGE và EDGEGRAY .....	59
3.2.1. EDGE CNN .....	59
3.2.1.1. Tổng quát.....	59
3.2.1.2. Luật cục bộ .....	59
3.2.1.3. Ví dụ .....	59
3.2.1.4. Phân tích toán học .....	61
3.2.2. EDGEGRAY CNN .....	64
3.2.2.1. Tổng quát.....	64
3.2.2.2. Luật cục bộ .....	65
3.2.2.3. Xét ví dụ .....	66
3.2.2.4. Phân tích toán học .....	67
3.3. Mẫu CNN đề xuất EDEG EXTRACTION.....	71
3.4. Cài đặt, chạy mô phỏng.....	71
3.4.1. Mô phỏng CNN với Candy.....	71
3.4.2. Mô phỏng CNN với chương trình Java “CNN Simulation” .....	74
3.4.3. Chạy mô phỏng.....	75
3.4.4. Nhận xét & đánh giá.....	78
<b>KẾT LUẬN .....</b>	<b>80</b>
<b>DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN VĂN ..</b>	<b>81</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>82</b>

# DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

## 1. Các ký hiệu, thuật ngữ

$u, v$  (in đậm): Ký hiệu cho đại lượng véc tơ trong các phương trình

$A$ : Mẫu  $A$  của mạng nơron tế bào là mẫu liên kết các trọng số hồi tiếp từ đầu ra của các lạng giềng của một tế bào. Viết  $A^{uv}$  là các trọng số liên kết từ lớp  $u$  đến lớp  $v$  trong kiến trúc mạng nơron tế bào đa lớp.

$B$ : Mẫu  $B$  của mạng nơron tế bào là mẫu liên kết các trọng số đầu vào của các lạng giềng của một tế bào;  $B^{uv}$  là trọng số liên kết của các tế bào từ lớp  $u$  đến lớp  $v$  trong kiến trúc mạng nơron tế bào đa lớp.

$z$ : Giá trị ngưỡng của hệ mạng nơron tế bào.

$\otimes$ : Toán tử nhân chập.

$x_{ij}(t)$ : Giá trị trạng thái của tế bào trong mạng nơron tế bào hai chiều ( $M \times N$ ).

$\bar{x}(z, \omega, t)$ : Ký hiệu ẩn hàm trong phương trình đạo hàm riêng tương ứng với mô hình mạng nơron tế bào.

$\bar{x}(i, j)$ : Giá trị trạng thái của các điểm rời rạc trong không gian sai phân của phương.

## 2. Các chữ viết tắt

CNN (Cellular Neural Network): Công nghệ mạng nơron tế bào.

CNN-UM (CNN-Universal Machine): Máy tính mạng nơron tế bào.

PDE (Partial differential Equation): Phương trình vi phân đạo hàm riêng (trong luận văn dùng thuật ngữ tiếng Việt là “phương trình đạo hàm riêng”).

# DANH MỤC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

## CHƯƠNG 1.

Hình 1.1. Kiến trúc mạng CNN.....	10
Hình 1.2. Lân cận .....	10
Hình 1.3. Các tế bào biên .....	11
Hình 1.4. Cấu trúc phân lớp của mạng CNN .....	14
Hình 1.5. Cấu trúc máy tính CNN-UM.....	17
Hình 1.6. Mô tả khái quát các bước lập trình ở các ngôn ngữ khác nhau.....	19
Hình 1.7. Mạng CNN 2D .....	20
Hình 1.8. Mô hình kết nối mạng nơron tế bào .....	20
Hình 1.9. Quá trình tính toán của mạng nơron tế bào .....	21
Hình 1.10. Kiến trúc bên trong của một tế bào xử lý.....	21
Hình 1.11. Sơ đồ khối của máy tính thị giác.....	22
Hình 1.12. Máy tính thị giác trên PC 104 plus.....	23
Hình 1.13. Máy tính thị giác trên PC để bàn.....	23

## CHƯƠNG 2.

Hình 2.1. Đường bao của ảnh.....	25
Hình 2.2. Các bước xử lý và phân tích ảnh .....	25
Hình 2.3. Mặt nạ Robert.....	28
Hình 2.4. Mặt nạ Sobel.....	28
Hình 2.5. Mặt nạ <i>đẳng hướng</i> .....	29
Hình 2.6. Mặt nạ 4 - lân cận .....	29
Hình 2.7. Mặt nạ 8 hướng theo Kirsih .....	29
Hình 2.8. Ma trận 8-láng giềng kề nhau.....	32
Hình 2.9. Ví dụ về chu tuyến của đối tượng ảnh.....	33
Hình 2.10. Chu tuyến trong, chu tuyến ngoài .....	34
Hình 2.11. Đạo hàm hàm Gauss theo hai hướng (x,y).....	38
Hình 2.12. Kết quả sử dụng phương pháp Canny .....	41

## CHƯƠNG 3.

Hình 3.1. Mạch thể hiện của điều kiện biên cố định (Dirichlet).....	45
---	----

<b>Hình 3.2.</b> Mạch thể hiện điều kiện biên Neumann .....	46
<b>Hình 3.3.</b> Mạch thể hiện của điều kiện biên tuần hoàn .....	46
<b>Hình 3.4.</b> Quá trình tìm mẫu bằng phương pháp học .....	47
<b>Hình 3.5.</b> Mạng CNN 3x3 bán kính láng giềng $r = 1$ .....	47
<b>Hình 3.6.</b> Hệ động lực của một tế bào CNN .....	47
<b>Hình 3.7.</b> Mẫu tìm vùng và hiệu quả của mẫu .....	48
<b>Hình 3.8.</b> Mẫu tìm đường xiên và hiệu quả của mẫu .....	48
<b>Hình 3.9.</b> Một số cửa sổ bảng logic.....	50
<b>Hình 3.10.</b> a) Ảnh đầu vào b) Ảnh đầu ra yêu cầu .....	51
<b>Hình 3.11.</b> Sơ đồ các bước thiết kế mẫu theo phương pháp trực tiếp.....	53
<b>Hình 3.12.</b> Tác dụng của bộ lọc shock .....	53
<b>Hình 3.13.</b> Ảnh hưởng của nhiễu đến bộ lọc shock .....	54
<b>Hình 3.14.</b> Sơ đồ quy ước các phần tử điểm ảnh .....	56
<b>Hình 3.15.</b> Thuật toán thực hiện bộ lọc shock theo phương pháp lai trên .....	58
<b>Hình 3.16.</b> Màu ảnh thu được hiển thị trong thang mức xám .....	60
<b>Hình 3.17.</b> Sự thay đổi của tế bào tại 3 địa điểm khác nhau .....	60
<b>Hình 3.18.</b> Kết quả ví dụ 2 .....	61
<b>Hình 3.19.</b> Kết quả ví dụ 3 .....	61
<b>Hình 3.20.</b> Các trạng thái động học của mẫu dò biên .....	62
<b>Hình 3.21.</b> Sự thay đổi hình thái điểm ảnh tại vùng A, B và C.....	66
<b>Hình 3.22.</b> Trạng thái tế bào và sự thay đổi đầu ra cho 30 bước tại 3 địa điểm .....	66
<b>Hình 3.23.</b> Kết quả ví dụ 2 .....	67
<b>Hình 3.24.</b> Kết quả ví dụ 3 .....	67
<b>Hình 3.25.</b> Trạng thái và đường đi của đầu ra cho các trường hợp có mức đặc biệt.....	69
<b>Hình 3.26.</b> Các trạng thái đường đi với $w_{ij} \neq 0$ .....	70
<b>Hình 3.27.</b> Kết quả thu được sau khi thay đổi giá trị I.....	79



## MỞ ĐẦU

Tìm biên của một ảnh là một trong những xử lý quan trọng trong phân tích ảnh vì các kỹ thuật phân đoạn ảnh chủ yếu dựa vào biên. Cho đến nay chưa có định nghĩa chính xác về biên, trong mỗi ứng dụng người ta đưa ra các độ đo khác nhau về biên, một trong các độ đo đó là độ đo về sự thay đổi đột ngột về cấp xám. Ví dụ: Đối với ảnh đen trắng, một điểm được gọi là điểm biên nếu nó là điểm đen có ít nhất một điểm trắng bên cạnh. Tập hợp các điểm biên tạo nên biên hay đường bao của đối tượng. Xuất phát từ cơ sở này người ta thường sử dụng hai phương pháp phát hiện biên cơ bản. Phương pháp phát hiện biên trực tiếp làm nổi biên dựa vào sự biến thiên mức xám của ảnh. Kỹ thuật chủ yếu dùng để phát hiện biên ở đây là dựa vào sự biến đổi cấp xám theo hướng. Cách tiếp cận theo đạo hàm bậc nhất của ảnh dựa trên kỹ thuật Gradient, nếu lấy đạo hàm bậc hai của ảnh dựa trên biến đổi giá trị ta có kỹ thuật Laplace. Phát hiện biên gián tiếp, nếu bằng cách nào đó ta phân được ảnh thành các vùng thì ranh giới giữa các vùng đó gọi là biên. Kỹ thuật dò biên và phân vùng ảnh là hai bài toán đối ngẫu nhau vì dò biên để thực hiện phân lớp đối tượng, mà khi đã phân lớp xong nghĩa là đã phân vùng được ảnh và ngược lại, khi đã phân vùng ảnh đã được phân lớp thành các đối tượng, do đó có thể phát hiện được biên. Tuy nhiên các phương pháp xử lý ảnh truyền thống để dò biên lại đòi hỏi nhiều thời gian xử lý nhất là với những ảnh có kích thước lớn. Để đáp ứng yêu cầu đó người ta đã và đang tìm kiếm nhiều phương pháp xử lý ảnh song song khác nhau nhằm giảm thời gian xử lý

Năm 1988 L.O.Chua và L.Yang đã giới thiệu nguyên tắc công nghệ cho sự ra đời của mạng nơron tế bào (Cellular Neural Network - CNN). Năm 1993 máy tính mạng nơron tế bào đã được chế tạo ứng dụng thành công cho một số bài toán xử lý ảnh và tính toán. Đến nay, CNN đã được nghiên cứu phát triển ứng dụng rộng rãi trên nhiều nước với nhiều lĩnh vực như xử lý ảnh động, thị giác máy, tính toán điều khiển... Tại Việt Nam đã có một số nghiên cứu ban đầu. Do vậy, được sự gợi ý của người hướng dẫn khoa học và nhận thấy tính thiết thực của vấn đề này, em đã chọn đề tài: “Ứng dụng công nghệ mạng nơron tế bào vào bài toán dò biên ảnh” để làm đề tài cho luận văn tốt nghiệp của mình.

Luận văn gồm 3 chương với các nội dung cơ bản sau:

**Chương 1.** Giới thiệu Mạng nơron tế bào

**Chương 2.** Tìm hiểu các phương pháp dò biên ảnh

**Chương 3.** Ứng dụng công nghệ mạng nơron tế bào cho bài toán dò biên

Mặc dù đã hết sức nỗ lực, song thời gian và kinh nghiệm nghiên cứu khoa học còn hạn chế nên không tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong nhận được sự góp ý của thầy cô và bạn bè đồng nghiệp để hiểu biết của mình ngày một hoàn thiện hơn.

Qua luận văn này em xin chân thành cảm ơn TS. Vũ Đức Thái, Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông - Đại học Thái Nguyên đã tận tình giúp đỡ, động viên, định hướng, hướng dẫn em nghiên cứu và hoàn thành luận văn này. Em xin cảm ơn các thầy cô trong Viện Công nghệ thông tin, các thầy cô giáo Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông đã giảng dạy và giúp đỡ em trong hai năm học, cảm ơn sự giúp đỡ nhiệt tình của các bạn đồng nghiệp.

*Thái nguyên, ngày 15 tháng 7 năm 2013*

Học viên

**Lê Văn Thủy**