

## ƯỚC LƯỢNG CHI PHÍ XÂY DỰNG CHUNG CƯ BẰNG MẠNG NEURON NHÂN TẠO

Phan Văn Khoa, Lưu Trường Văn, Lê Hoài Long

Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 18 tháng 10 năm 2007, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 16 tháng 07 năm 2007)

**TÓM TẮT:** Ước lượng chi phí đầu tư cho dự án là một nhiệm vụ rất quan trọng của công tác quản lý xây dựng. Cùng với sự phát triển đô thị hóa và sự gia tăng dân số ngày càng nhanh, các dự án xây dựng chung cư đang xuất hiện ngày càng nhiều. Việc ước lượng chi phí xây dựng nhờ đó có thể dự trù được lợi nhuận do dự án chung cư mang lại là vấn đề sống còn của các chủ đầu tư, các doanh nghiệp xây dựng. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày cách ứng dụng mạng neuron nhân tạo (ANN) để dự đoán chi phí xây dựng cho các dự án chung cư. Hơn nữa, một chương trình viết bằng ngôn ngữ Visual C++, với cùng mục đích trên, cũng được xây dựng và trình bày.

**Từ khóa:** neuron networks, quản lý xây dựng, chi phí, dự đoán, dự án, dự toán

### 1. GIỚI THIỆU

Dự trù chi phí là một nhiệm vụ quan trọng trong công tác quản lý các dự án xây dựng. Chất lượng của công tác quản lý cũng phụ thuộc rất nhiều vào mức độ chính xác của việc dự trù này. Mặc dù cũng có các qui định của Nhà nước về công tác này, nhưng hiện nay phần lớn việc dự trù kinh phí vẫn là một công việc phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm của các nhà quản lý, của người lập dự toán... và do đó nó còn mang rất nhiều yếu tố chủ quan.

Tự động hóa quá trình ước lượng chi phí xây dựng dựa trên các số liệu khách quan không chỉ để tăng hiệu quả tính toán mà còn để loại trừ các yếu tố do chủ quan. Hiện nay trí tuệ nhân tạo mà đặc biệt là ANN được ứng dụng rất rộng rãi trong quản lý xây dựng với khả năng ‘học’ từ các kinh nghiệm tập hợp trong quá khứ.

Trên thế giới đã có rất nhiều nghiên cứu ứng dụng ANN trong quản lý xây dựng như: dự trù chi phí cho công tác lót đường bằng bê tông cốt thép trong đó các tác giả đã dự trù được chi phí cho  $1m^3$  bê tông thi công (Adeli [7]); dự trù chi phí xây dựng đường cao tốc (Wilmot [15]) với các biến đầu vào là giá cả vật tư, máy móc, khối lượng công việc, loại hợp đồng... hay với các giá trị đầu vào là (Hergazy [8]) năm xây dựng, thi công vào mùa nào, vị trí xây dựng, chiều dài, chiều rộng; dự đoán quá trình thực hiện các dự án thiết kế-thi công ở Singapore (Ling [10]) trong đó các biến đầu vào là tầm quan trọng của dự án, tốc độ xây dựng, tốc độ giải quyết vấn đề khó khăn, sự luân phiên thay thế công nhân nghỉ việc và chất lượng của hệ thống thiết bị; ảnh hưởng của các yêu cầu thay đổi đến năng suất lao động (Moselhi [16]); dự trù năng suất lao động ngành xây dựng (Portas [5])...

Ở Việt Nam trong vài năm trở lại đây đã nở rộ các nghiên cứu ứng dụng ANN trong quản lý xây dựng: ứng dụng ANN tối ưu hóa tiến độ mạng (Đặng [12]), ứng dụng ANN trong chọn thầu thi công (Giang [13]), xác định chi phí xây dựng với mạng neuron-mờ (Bách [17])... Tuy nhiên các nghiên cứu trước đây chưa ai nghiên cứu đến việc ứng dụng ANN cho việc dự đoán chi phí cho xây dựng các chung cư.

Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi sẽ trình bày việc ứng dụng ANN để dự đoán chi phí xây dựng chung cư qua việc ‘học’ từ kinh nghiệm các chung cư đã được xây dựng trước đây. Việc ‘học’ của ANN sẽ được thực hiện với công cụ Neuron Toolbox của Matlab để tìm được bảng ma trận trọng số. Với bộ ma trận trọng số liên kết các neuron trong mạng tìm được thông

qua việc học từ các dự án chung cư đã được thực hiện này, một chương trình viết bằng Visual C++ để tạo ra một giao diện thân thiện được thực hiện. Một ví dụ áp dụng cũng được trình bày để minh họa việc sử dụng chương trình cũng như hiệu quả dự đoán của chương trình.

## 2.TỔNG QUAN VỀ MẠNG NEURON NHÂN TẠO

Trong việc thiết lập các mô hình định lượng để dự đoán trong quản lý xây dựng, sự đa dạng và mức độ phức tạp của các yếu tố như là: sự rời rạc, phi tuyến, sự không chắc chắn về giá trị của các yếu tố đầu vào... đã làm cho việc lựa chọn các phương pháp xây dựng mô hình hợp lý gặp nhiều khó khăn. Nhiều nghiên cứu đã hướng tới việc xử lý các số liệu phi tuyến hay thiết lập các mô hình phi tuyến để xử lý các số liệu có tính trường. Một trong số đó là ANN. ANN có thể được xem như là một kỹ thuật xử lý số liệu bằng cách kết hợp nhiều dòng thông tin đầu vào để tạo một dòng thông tin đầu ra. Một số các thuận tiện của ANN so với các phương pháp thống kê truyền thống khác có thể liệt kê dưới đây:

- ANN có thể ứng xử như một hàm xấp xỉ toàn cục (universal functional approximator), có nghĩa là nó có thể xấp xỉ bất cứ dạng hàm toán nào đặc trưng cho dữ liệu đầu vào (tuyến tính hay phi tuyến).

- Khi sử dụng nhiều hơn một lớp ẩn (hidden layers), ANN còn có thể chia nhỏ không gian mẫu và xây dựng các hàm khác nhau trong các không gian này.

Mỗi mô hình Neuron nhân tạo có thể được xác định qua các yếu tố sau:

- Tập các neuron xử lý.
- Trạng thái kích hoạt của các neuron.
- Cấu hình mạng neuron.
- Phương pháp lan truyền thông tin giữa các neuron trong mạng.
- Quy luật kích hoạt để cập nhật thông tin cho mỗi nút.
- Thông tin cung cấp từ môi trường ngoài.
- Một phương pháp học.

Khả năng ứng dụng ANN trong xây dựng đã được chỉ ra trong [18]. Một số nghiên cứu đã chỉ ra cấu trúc của mạng neuron ứng dụng trong dự đoán chi phí là mạng nhiều lớp hướng tiến (multilayer feed-forward networks) và thuật toán lan truyền ngược (backpropagation) là thích hợp nhất [7,8,18].

## 3.THỦ TỤC XÂY DỰNG MÔ HÌNH NEURON NHÂN TẠO

Các bước sau đây được tiến hành để xây dựng mô hình ANN: (1) Xác định các yếu tố ảnh hưởng đến chi phí xây dựng chung cư và thu thập các dữ liệu về các chung cư đã được xây dựng trước đây; (2) Xây dựng mô hình ANN; (3) Thực hiện huấn luyện ANN bằng Matlab; (4) Viết chương trình Neural Construction để dự đoán chi phí xây dựng chung cư.

*Các yếu tố ảnh hưởng đến chi phí xây dựng chung cư và thu thập dữ liệu*

Có rất nhiều các yếu tố khác nhau ảnh hưởng đến giá thành xây dựng các công trình nói chung và chung cư nói riêng. Trong nghiên cứu này, chúng tôi phân các yếu tố ra thành hai nhóm chính đó là nhóm các yếu tố thể hiện quy mô công trình và nhóm các yếu tố giá vật tư:

(1) Nhóm các yếu tố thể hiện quy mô công trình:

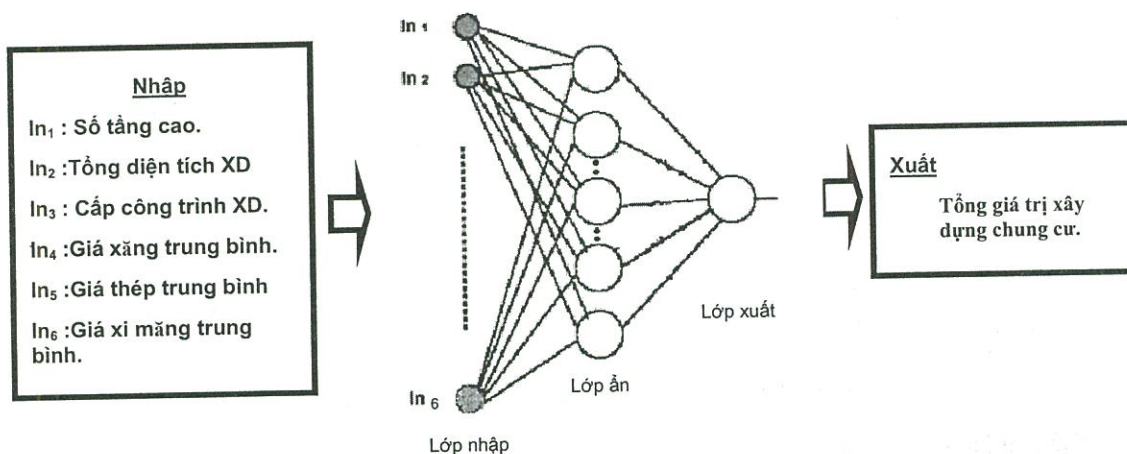
- Cấp công trình
- Tổng diện tích xây dựng
- Số tầng cao

(2) Các yếu tố giá vật tư chính:

- Giá xăng
- Giá sắt thép
- Giá xi măng

Tiến hành thu thập dữ liệu từ các dự án chung cư đã được thực hiện về các yếu tố trên. Các số liệu thu thập được trong thiết kế và tổng dự toán công trình. Quá trình thu thập số liệu gặp nhiều khó khăn do các công trình đã thực hiện khá lâu từ 5-6 năm trước hoặc người được hỏi không muốn cung cấp số liệu hoặc không muốn tiết lộ số liệu... Cuối cùng, các dữ liệu cần thiết của 14 công trình chung cư đã được tập hợp và xử lý, các công trình này đã được thực hiện trong khoảng từ năm 2000 đến nay.

Mô hình ANN

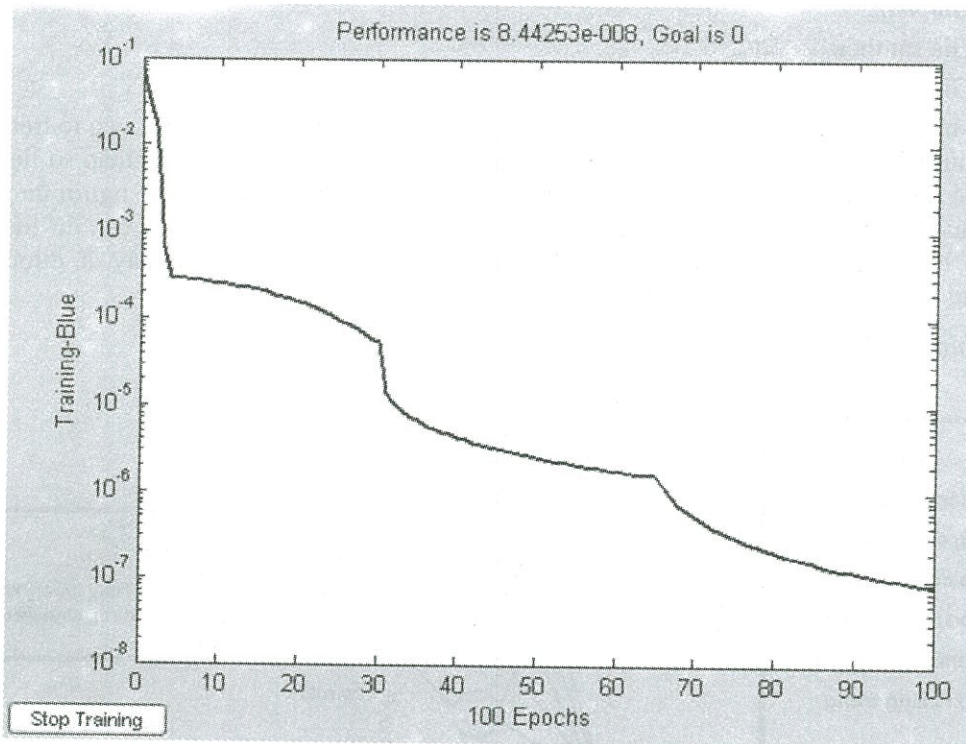


Hình 1: Mô hình ANN

Mạng neuron nhân tạo là một kỹ thuật mô phỏng lại bộ não và hệ thần kinh của con người. Nó cũng có khả năng học từ các kinh nghiệm trong quá khứ, tổng quát hóa các kinh nghiệm này để đưa ra một nhận định mới nhờ rút ra được các đặc trưng cơ bản của tập mẫu. Các việc này được thực hiện thông qua việc xử lý tín hiệu giữa các neuron cùng với các trọng số của chúng.

Như đã nói, mô hình ANN thích hợp nhất trong dự đoán chi phí là multilayer feed-forward networks và sử dụng thuật toán lan truyền ngược (back-propagation) để huấn luyện mạng. Số lượng lớp ẩn (hidden layer) ở đây được sử dụng là một. Số lượng các nút trong lớp ẩn, theo một thống kê các nghiên cứu trước đây đã được thực hiện trong [19], như sau: số lượng các nút này nên nằm trong khoảng từ  $2\sqrt{n} + m$  đến  $2n + 1$  với  $n$  là số nút đầu vào và  $m$  là số nút đầu ra. Trong bài báo này số nút đầu vào tương ứng là các yếu tố dữ liệu đầu vào từ khảo sát còn biến đầu ra là giá trị chi phí xây dựng xây dựng công trình. Số nút của lớp ẩn trong bài báo là 10 nút. Hàm học được sử dụng ở đây là hàm *tansig*. Mô hình ANN được thể hiện trong hình 1.

Huấn luyện mạng ANN



Hình 2 : Biểu đồ sai số của tiến trình học của ANN

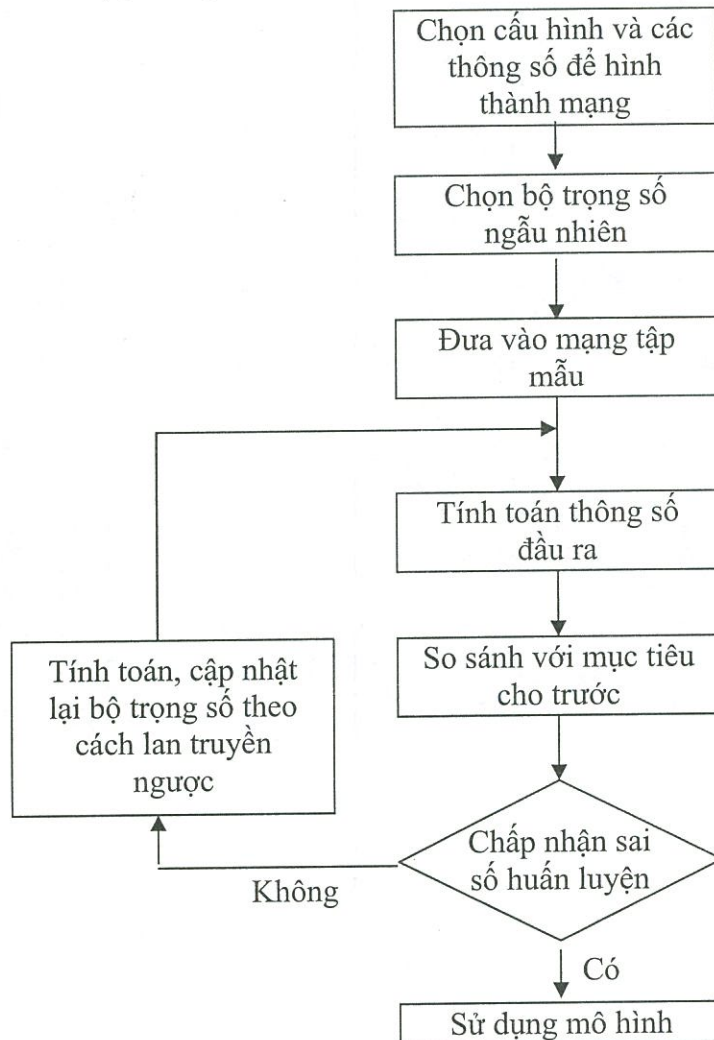
Kiểu huấn luyện mạng trong bài này là kiểu huấn luyện giám sát (supervised training) [1,2] với thuật toán lan truyền ngược:

- Các thông tin đầu vào được đưa vào mạng với một mục tiêu cho trước và một bộ trọng số liên kết ngẫu nhiên. Trong suốt quá trình huấn luyện, lớp nhập (input layer) sẽ truyền thông tin đến lớp ẩn theo trọng số liên kết, các lớp ẩn sẽ xử lý số liệu và tiếp tục lan truyền thông tin đến lớp xuất (output layer) cũng theo trọng số liên kết, tại lớp xuất số liệu sẽ được xử lý lần nữa để cho giá trị đầu ra. Giá trị đầu ra này sẽ được so sánh với mục tiêu đã cho trước và sẽ có một sai số đầu ra. Tùy thuộc vào các tiêu chuẩn đặt ra cho việc huấn luyện, căn cứ vào sai số này việc huấn luyện tiếp hay không sẽ được quyết định.

- Nếu sai số lớn hơn yêu cầu, việc huấn luyện sẽ tiếp tục. Lúc này ở nút xuất, các sẽ có các tính toán và cập nhật lại trọng số để làm giảm sai số đã tính ở trên và kết quả được gởi ngược lại lớp ẩn, lớp ẩn sẽ cập nhật lại trọng số phù hợp với thông tin nhận được để hiệu chỉnh lại sai số.

- Khi đã cập nhật xong trọng số mới, quá trình lại tiếp tục. Việc học chỉ dừng khi sai số đã đảm bảo theo yêu cầu đặt ra hoặc với số lần lặp xác định trước.

Sơ đồ quá trình huấn luyện mạng thể hiện trên hình 3.



Hình 3: Quá trình huấn luyện mạng

Mô hình ANN được xây dựng sử dụng phần mềm Matlab Neural Toolbox. Quá trình huấn luyện ANN được thể hiện qua đồ thị sai số của tiến trình học như hình 2. Ta thấy, qua 100 vòng huấn luyện mạng thì sai số đã đạt  $10^{-8}$ .

#### Chương trình Neural Construction

- Chương trình được xây dựng để cung cấp một công cụ để dự đoán chi phí cho việc xây dựng một chung cư. Ngôn ngữ lập trình được sử dụng là Visual C++ nhằm mục đích tạo ra một giao diện thân thiện, dễ sử dụng. Trong chương trình này đảm bảo được các yêu cầu:
  - Ước lượng được chi phí xây dựng công trình.
  - Cho phép dự báo chi phí xây dựng khi có sự thay đổi giá cả các vật liệu chính: xi măng, sắt thép, xăng dầu.
  - Cập nhật lại (học thêm) mạng neuron với các số liệu mới.

Trong hình 4 thể hiện giao diện của phần mềm Neural Construction.

**Hình 4:** Giao diện chương trình Neural Construction

Để minh họa cho việc sử dụng chương trình Neural Construction và khả năng dự đoán của nó, một chung cư được lựa chọn là chung cư Bắc Bình (không nằm trong số 14 chung cư dùng để huấn luyện ANN) để cho chương trình dự đoán chi phí của nó, và so với chi phí trong dự toán của công trình. Các số liệu biến đầu vào của chung cư Bắc Bình được trình bày trong bảng 1.

Kết quả dự đoán chi phí xây dựng bằng chương trình Neural Construction, chi phí trong dự toán và sai số của kết quả dự đoán so với dự toán được trình bày trong bảng 2.

Chúng ta thấy rằng, sai số dự đoán của chương trình Neural Construction so với thực tế chỉ là khoảng 5,5%. Đây là khoảng sai số chấp nhận được trong việc cung cấp cho chúng ta một con số định lượng tương đối về chi phí cần bỏ ra để đầu tư cho công trình. Đây có thể được xem như như là một công cụ khá hữu dụng cho các nhà đầu tư, nhà thầu để có thêm một phương tiện so sánh với các dự toán được lập.

**Bảng 1:** Các thông số đầu vào để dự đoán chi phí xây dựng của chung cư Bắc Bình.

Số TT	Tên biến	Đơn vị	Số lượng
1	Số tầng cao	Tầng	14
2	Tổng diện tích xây dựng	M <sup>2</sup>	6.384
3	Cấp công trình	Cấp	2
4	Giá xăng trung bình	Đồng/lít	8.500
5	Giá thép trung bình	Đồng/Kg	7.400
6	Giá xi măng trung bình	Đồng/Kg	884

**Bảng 2:** Kết quả dự đoán của chương trình Neural Construction

Chi phí trong dự toán (VNĐ)	Chi phí dự đoán bằng Neural Construction (VNĐ)	Sai số %
28.510.000.000	30.182.900.000	5,5

Ghi chú: Sai số = (Chi phí dự đoán – Chi phí dự toán)/Chi phí dự đoán (%)

Tuy nhiên vẫn còn một số hạn chế của chương trình từ bởi do chính các khó khăn trong việc thu thập số liệu gây ra, đó là số công trình được sử dụng trong việc huấn luyện ANN còn ít do đó nó không bao quát được tất cả các trường hợp dự án xây dựng chung cư đã qua. Các con số dự đoán chi phí xây dựng ở đây còn mang nặng tính dự toán mà chưa lường được chi phí xây dựng chung cư thực tế có thể tăng hoặc giảm so với dự toán do các điều kiện thực tế gây ra.

#### 4. CÁC KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Bài báo này cho phép xác định giá trị chi phí đầu tư xây dựng chung cư trên cơ sở kinh nghiệm từ các dự án chung cư đã được thực hiện trước đây với bối cảnh giá cả tương ứng. Với chương trình được giới thiệu trong bài báo này, các nhà đầu tư có thể ước lượng được chi phí xây dựng dự án chung cư trong giai đoạn thực hiện nghiên cứu dự án đầu tư mà không cần thể hiện chi tiết hóa giá trị của từng hạng mục hay thành phần cấu thành.

Các nhà đầu tư cũng có thể dự báo được giá trị đầu tư của dự án khi thay đổi quy mô công trình dựa trên sự thay đổi tầng cao, diện tích xây dựng hay cấp công trình. Ngoài ra cũng có thể dự báo được chi phí thay đổi nếu giá cả các vật tư xăng dầu, sắt thép hay xi măng thay đổi. Từ đó giúp nhà đầu tư có thể hình dung được mức độ đầu tư trước khi thực hiện dự án và có thể vạch kế hoạch thực hiện hay không thực hiện dự án.

Tuy nhiên bài báo này cũng chỉ mới dừng lại ở mức độ giá trị nghiên cứu, muốn đề ra một hướng đánh giá chi phí chi phí xây dựng mà không dựa vào Bộ đơn giá xây dựng cơ bản như chúng ta vẫn thường làm. Chương trình Neural Construction chỉ được xây dựng dựa trên bộ tập mẫu 14 công trình chung cư được tập hợp nên việc dự đoán vẫn còn hạn chế. Mong muốn của các tác giả với nghiên cứu này là đề xuất ra một hướng mới là tự động hóa ước lượng chi phí đầu tư. Hy vọng với các nghiên cứu đi sau hay là các ứng dụng nghiên cứu này sẽ phát triển thêm các dữ liệu thực tế để chương trình có tính tổng quan hơn.

Các tác giả cũng chỉ dừng lại ở sáu biến đầu vào như trình bày ở trên, hy vọng với các nghiên cứu sau sẽ đưa được nhiều hơn các yếu tố ảnh hưởng đến chi phí đầu tư xây dựng chung cư vào mô hình ANN.

Hy vọng các nghiên cứu tương tự cho các loại dự án khác như dự án cầu đường, dự án thủy điện... hay dự đoán chi phí cho từng hạng mục xây dựng sẽ được thực hiện.

## APARTMENT BUILDING COST ESTIMATING USING ARTIFICIAL NEURON NETWORK

Phan Van Khoa, Luu Truong Van, Le Hoai Long  
University of Technology, VNU-HCM

**ABSTRACT:** *Estimating cost of a construction project is an important task in the management of construction. Following the urbanization and the population growth, apartment building projects rise increasingly in quantity. Correct cost estimation is a vital problem of the owners. This paper presents the application of artificial neuron network (ANN) in apartment building cost estimate. Moreover, a software, programmed with Visual C++, was constructed and presented to predict apartment building cost.*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Mark Beale, *Neural Networks Toolbox for use with Matlab*- Howard Demuth,
- [2]. *Neural Networks*, Christos Stergiou and Dimitrios Siganos. On Internet.
- [3]. Gerhard Wittig, Gavin Finnie, *Estimating software development effort with connectionist models*, Journal of Building and Environment, (1997).
- [4]. *A Learning Vector Quantization Neural Network Model for the Classification of Industrial Construction Projects*, Vk Gupta, Jg Chen, Mb Murtaza, Journal of Building and Environment (1997).
- [5]. *Neural Network Model for Estimating Construction Productivity*, Jason Portas and Simaan Abourizk. ASCE, Journal of Construction Engineering and Management, (1997).
- [6]. *A framework for developing an expert analysis and forecasting system for construction projects*, Hashem Al-Tabtabai, Journal of Building and Environment (1998).
- [7]. *Regularization Neural Network For Construction Cost Estimation*, Hojjat Adeli and Mingyang Wu. ASCE, Journal of Construction Engineering and Management, (1998).
- [8]. *Neural Network Model for Parametric Cost Estimating of Highway Project*, Tarek Hegazy and Amr Ayed. ASCE, Journal of Construction Engineering and Management, (1998).
- [9]. *Neural Network Model to Support international Market Entry Decisions*, Irem Dikmen and M.Talat Birgonul. ASCE, Journal of Construction Engineering and Management, (2004).
- [10]. *Using neural network to predict performance of design-build projects in Singapore*, Florence Yean Yng Ling, Min Liu. Journal of Building and Environment, (2004).
- [11]. *Improving the COCOMO model using a neuro-fuzzy approach*, Xishi Huang, Danny Ho, Jing Ren, Luiz F. Capretz, Journal of Building and Environment (2005).
- [12]. *Ứng dụng Neural network tối ưu hóa tiến độ mạng*, Luận văn thạc sỹ Hồ Hải Đăng, ĐHBK TPHCM (2004).



- [13]. *Nghiên cứu ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong chọn thầu thi công*, Luận văn thạc sỹ Phạm Trường Giang, ĐHBK TPHCM, (2003).
- [14]. *Ứng dụng Matlab trong tính toán kỹ thuật*, Nguyễn Hoài Sơn và các tác giả, NXB KH&KT (2002).
- [15]. *Neural Network Modeling of Highway construction costs*, Chester G Wilmot, Bing Mei, ASCE, Journal of Construction Engineering and Management 7/2005.
- [16]. *Change orders impact on labor productivity*, Osama Moselhi, Ihab Assem, Khaled El-Rayes, ASCE, Journal of Construction Engineering and Management 3/2005.
- [17]. *Xác định chi phí xây dựng dựa trên ứng dụng mạng Neuron-mờ*, Luận văn thạc sỹ Trần Bách, ĐHBK TPHCM (2006).
- [18]. *Neural networks as tools in construction*, Moselhi. O, Hegazy. T, Fazio. P, ASCE, Journal of Construction Engineering and Management (1991).
- [19]. *An ANN approach to assess project cost and time risk at front-end of projects*, Master Thesis Xiaoying Liu, Canada (1998).
- [20]. *Ước lượng chi phí đầu tư xây dựng dự án chung cư bằng neural networks*, Luận văn thạc sỹ Phan Văn Khoa, ĐHBK TPHCM (2006).