

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP NHÁNH VÀ BIÊN, LẬP TRÌNH GIẢI BÀI TOÁN TỐI ƯU VỀ TRÌNH TỰ THI CÔNG

Phạm Hồng Luân

Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 23 tháng 12 năm 2005, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 06 tháng 07 năm 2006)

TÓM TẮT: Quyết định chọn thứ tự thi công các công trình trong cụm các công trình (phân đoạn, đơn nguyên) là một bài toán khó. Có nhiều yếu tố cần phải xem xét như: thời gian, nhân lực, điều kiện thuận lợi của diện công tác, máy móc thiết bị thuê hay có sẵn, nguyên vật liệu, cấu kiện bán thành phẩm. . . Trong nội dung bài báo, toán tiến độ được xem xét dưới khía cạnh là các bảng số ma trận. Kết quả ứng dụng phương pháp nhánh và biên, lập trình giải bài toán tối ưu về trình tự thi công sẽ giúp cho các nhà quản lý các đơn vị xây lắp, các chủ đầu tư, ban quản lý dự án có thể tham khảo trong trường hợp cần phải ra quyết định để xác định trình tự thi công hợp lý các hạng mục công trình sao cho có thể sớm đưa vào sử dụng.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tiến độ thi công là một trong các nội dung của thiết kế tổ chức thi công, là tài liệu thiết kế dựa trên các biện pháp kỹ thuật thi công đã nghiên cứu kỹ nhằm đảm bảo: chất lượng công trình, an toàn lao động, hoàn thành trong hạn định và chi phí cho phép. Khi lập ra một tiến độ hợp lý chúng ta sẽ rút ngắn được thời gian thi công công trình, sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên dẫn đến giá thành công trình giảm, tiết kiệm ngân sách đồng thời sớm đưa các công trình xây dựng vào hoạt động. Trong trường hợp một đơn vị xây lắp đảm nhận thi công nhiều công trình hoặc hạng mục công trình thì việc xác định thứ tự thi công các công trình mang ý nghĩa lớn vì trình tự thi công ảnh hưởng nhiều đến thời gian hoàn tất công trình.

Với sự phát triển của ngành máy tính hiện nay về tốc độ xử lý cũng như các ngôn ngữ lập trình, cùng với sự linh hoạt trong quản lý chúng ta kết hợp một số giải thuật để lập ra một số chương trình tính để tự động hóa tính toán nhằm đề xuất nhanh chóng một phương án tối ưu về thời gian thi công.

2. PHƯƠNG PHÁP VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

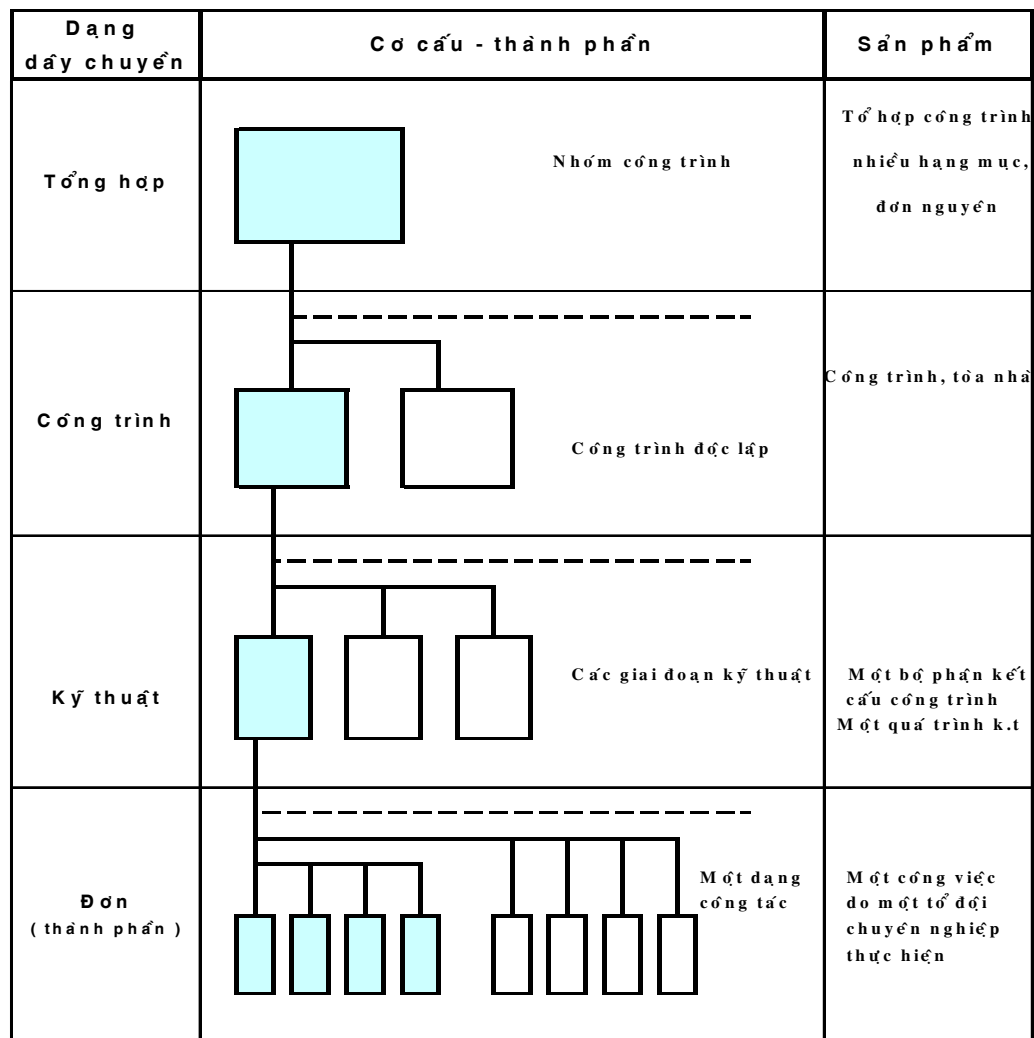
Bài toán tiến độ được xem xét dưới khía cạnh là các bảng số ma trận. Phương pháp tiến độ là phương pháp thi công dây chuyền. Mô hình hóa các công tác xây dựng, nghiên cứu các cấu trúc kỹ thuật và cấp độ của sơ đồ xiên, xây dựng mô hình toán, sử dụng phương pháp tiến độ, áp dụng thuật toán Porfilian và ma trận cột Johnson, lập chương trình tính và vẽ bằng ngôn ngữ visual basic. Các giai đoạn thi công công trình (phần ngầm, phần thân nhà, hoàn thiện, lắp đặt thiết bị...) được mô hình như là các công tác trong tiến độ dây chuyền.

Trong nhóm các công trình (các đơn nguyên, các hạng mục) thực hiện theo phương pháp thi công dây chuyền, khi thay đổi trình tự thi công giữa các công trình (các đơn nguyên, các hạng mục) với nhau thì thời gian thi công toàn bộ các công trình (đơn nguyên, phân đoạn) ấy sẽ thay đổi [3],[12].

2.1. Cấp độ dây chuyền và mô hình công tác xây dựng

Ở mô hình này, tiến độ thi công là một mặt tọa độ, trục tung là không gian thi công thể hiện danh mục đối tượng thi công (phân khu-phân đoạn công trình), trục hoành là thời gian, mặt tọa độ mô tả chu kỳ thực hiện các công tác. Thứ tự các công tác tuân theo các qui trình tổ chức và kỹ thuật thi công. Tổ chức dây chuyền có những tính chất cơ bản như tính chuyên môn hóa, tính điều hòa, tính không chồng chéo và tính ghép sát. Đó là sự phối hợp chặt chẽ giữa các công tác theo thời gian và không gian. Sự mở rộng về khái niệm phân đoạn công trình được

định danh ở trực tưng thành các hạng mục công trình hay các công trình độc lập dẫn đến hình thành khái niệm về trình tự thi công các hạng mục công trình hoặc các công trình đó. Cấu trúc kỹ thuật và cấp độ dây chuyền thể hiện ở hình 1.



Hình 1. Sơ đồ tổng quát cấu trúc kỹ thuật và cấp độ dây chuyền

2.2. Xác định trình tự thi công các công trình theo phương pháp nhánh và biên

Số liệu về thời gian thi công các công tác tổng hợp (A,B,C,D,...) tại các công trình (I,II,III,IV,...) được trình bày ở dạng bảng số (M 1), trong đó t_{ij} là thời gian thực hiện công tác tổng hợp i tại công trình j . Từ bảng số M1 tách thành các bảng số M có cặp cột $2 \times m$. Để đơn giản, trình bày trong hình dưới đây thể hiện M1 có $n=4$ và $m=4$.

Thời gian thi công tại hạng mục công trình	Dây chuyền tổng hợp			
I (j=1)	A = (I-1)	B = (i=2)	C	D (i= n)
II	t_{11}			t_{n1}
III			$t_{i+1,i-1}$	
IV (j=m)		t_{ij}		
Bảng M1				

tách 2 cột A,B của M1			tách 2 cột B,C của M1			tách 2 cột C,D của M1		
	A (i=1)	B (i=2)		B (i=2)	C		C	D (i=n)
I	t_{11}		I			I		t_{n1}
II			II		$t_{i+1,i-1}$	II	$t_{i+1,i-1}$	
III		t_{ij}	III	t_{ij}		III		
IV	t_{1m}		IV			IV		t_{nm}
	Bảng M: AB			Bảng M: BC			Bảng M: CD	

1- Thành lập Ma trận 2 cột Johnson từ bảng M:AB, M:BC, M:CD là các ma trận tương ứng M_{JAB} ; M_{JBC} ; M_{JCD} . Ma Trận này chỉ ra được thứ tự các hàng I, II, III, IV (tham khảo tài liệu [1]).

2- Xây dựng cây porfiriant : Từ ma trận M1 ($n=4$; $m=4$) xác định thời gian thực hiện công trình theo trình tự I, II, III, IV trong điều kiện liên tục về tài nguyên là $M_{I,II,III,IV}$; (tham khảo tài liệu [1,2, 5, 7]) - hình 2.

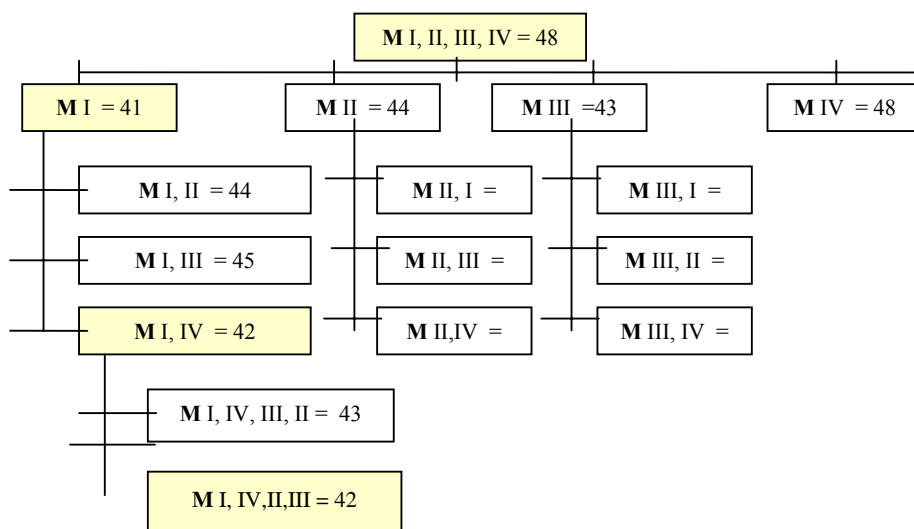
3- Các ma trận M_I , M_{II} , M_{III} , M_{IV} là ma trận có m hàng , n cột và tương ứng là các ma trận có hàng đầu tiên $m=1$ là các giá trị ở hàng: I ($m=1$), II ($m=2$), III ($m=3$), IV ($m=4$) của ma trận M1; các giá trị còn lại có giá trị tương ứng theo các ma trận 2 cột Johnson M_{JAB} ; M_{JBC} ; M_{JCD} . Tính các ma trận M_I , M_{II} , M_{III} , M_{IV} theo điều kiện liên tục về tài nguyên có thời gian là M_I , M_{II} , M_{III} , M_{IV} .

4- Nhánh phát sinh từ M_I , M_{II} , M_{III} , M_{IV} trong cây porfiriant là nhánh có giá trị nhỏ nhất trong M_I , M_{II} , M_{III} , M_{IV} (ví dụ: nhánh M_I). Từ đây lập các ma trận $M_{I,II}$; $M_{I,III}$; $M_{I,IV}$.

5- Ma trận $M_{I,II}$; $M_{I,III}$; $M_{I,IV}$ là ma trận có m hàng , n cột và tương ứng là các ma trận có hàng đầu tiên và thứ 2 là các giá trị ở hàng: I ($m=1$), II ($m=2$); I ($m=1$), III ($m=3$), I ($m=1$), IV ($m=4$) của ma trận M1; các giá trị còn lại có giá trị tương ứng theo các ma trận 2 cột Johnson M_{JAB} ; M_{JBC} ; M_{JCD} . Tính các ma trận $M_{I,II}$; $M_{I,III}$; $M_{I,IV}$ theo điều kiện liên tục về tài nguyên có thời gian là $M_{I,II}$, $M_{I,III}$, $M_{I,IV}$

6- Nhánh phát sinh kế tiếp từ $M_{I,II}$; $M_{I,III}$; $M_{I,IV}$ trong cây porfiriant là nhánh có giá trị nhỏ nhất trong $M_{I,II}$, $M_{I,III}$, $M_{I,IV}$ (ví dụ: nhánh $M_{I,IV}$). Từ đây lập các ma trận $M_{I,IV,II}$; $M_{I,IV,III}$.

7- Lập lại các bước tương tự như bước 5, 6 cho đến khi kết thúc.



Hình 2. Cây porfiriant – Sơ đồ nhánh

Ví dụ áp dụng : Thời gian thi công của các dây chuyền tổng hợp A (thi công tầng ngầm); B (thi công phần thân nhà) ; C (thi công mái) ; D (thi công các công tác hoàn thiện và hạ tầng ngoài nhà) cho các công trình I, II, III, IV cho trong bảng M1 (4x4) sau:

Bảng M1	Các công tác tổng hợp			
	Dây chuyền			
	A	B	C	D
I	5	2	1	9
II	5	4	2	3
III	6	3	2	8
IV	8	7	9	1

Bảng M1. Số liệu 4 dây chuyền tổng hợp, 4 công trình (ví dụ áp dụng)ĩ

Bước 2 : Thành lập ma trận 2 cột Johnson

	A	B		B	C		C	D
IV	8	7	IV	7	9	I	1	9
II	5	4	II	4	2	II	2	3
III	6	3	III	3	2	III	2	8
I	5	2	I	2	1	IV	9	1

Bước 3 : Thành lập các bước trung gian M_I, M_{II}, M_{III}, M_{IV}

I	A	B	C	D	II	A	B	C	D
	5	2	1	9		5	4	2	3
	8	7	7	9		8	7	7	9
	5	4	4	2		5	3	3	2
	6	3	3	2		6	2	2	1
M= 41					MII= 44				
III	A	B	C	D	IV	A	B	C	D
	6	3	2	8		8	7	9	1
	8	7	7	9		5	4	4	2
	5	4	4	2		6	3	3	2
	5	2	2	1		5	2	2	1
MIII= 43					MIV= 48				

Bước 4 : Thành lập các bước trung gian $M_{I,II}$, $M_{I,III}$, $M_{I,IV}$

I II	A		B		C		D
	5		2		1		9
	5		4		2		3
	8	7	7	9	2	8	
	6	3	3	2	9	1	
MI, II =						44	

I III	A		B		C		D
	5		2		1		9
	6		3		2		8
	8	7	7	9	2	3	
	5	4	4	2	9	1	
MI,III =						45	

I IV	A		B		C		D
	5		2		1		9
	8		7		9		1
	5	4	4	2	2	3	
	6	3	3	2	2	8	
MI,IV =						42	

- Khả năng xử lý về ma trận rất mạnh.
- Khả năng xử lý về đồ thị rất tốt.
- Giao diện, tạo menu khá tốt.

Tuy nhiên chương trình MATLAB có các giới hạn:

- Khả năng truy cập các bảng biểu, chẳng hạn như để tạo một bảng nhập số liệu ban đầu, với MATLAB, số hàng số cột của bảng phải là còn số nhất định phù hợp với màn hình do trong Matlab không tạo ra những thanh trượt (scroll bar) để kéo rộng màn hình.

- Matlab không xuất ra các đuôi .exe
- Khó tạo ra phần mềm hoàn chỉnh để có thể cài đặt được.

Thay vào đó những hạn chế của Matlab được bổ sung bởi VISUAL BASIC. Cụ thể:

- Xử lý giao diện tạo menu cực kỳ mạnh mẽ.
- Bảng biểu để truy nhập có thể tạo được các thanh trượt qua lại, trên dưới do đó không giới hạn số hàng số cột của mảng truy cập. Tương tự như vậy đối với bảng xuất.
- Có thể tạo được mảng động. Đây là ưu điểm của visual basic. Bằng tính chất này chương trình cấp phát bộ nhớ tiết kiệm tùy yêu cầu của người sử dụng, không nhất thiết cấp sẵn bộ nhớ nhất định ban đầu.
- Visual basic là ngôn ngữ lập trình theo sự kiện, trực quan, sáng sủa, dễ theo dõi và gỡ rối.
- Tạo file.exe dễ dàng.
- Tạo đĩa install rất đơn giản và nhanh chóng. Chương trình sau khi biên dịch có thể cài đặt bất kỳ mà không nhất thiết có Visual basic.

2.3.2 Chương trình Tự động hóa tiến độ - hướng dẫn sử dụng

Sau khi chương trình được cài đặt, chương trình sẽ hỏi việc chọn lựa phương pháp tổ chức tiến độ thi công: Dây chuyền hay mạng?. Sau mỗi lần nhập liệu các menu hướng dẫn liên tục hiện ra. Sau khi nhập đầy đủ số liệu là việc chọn bài toán để giải.

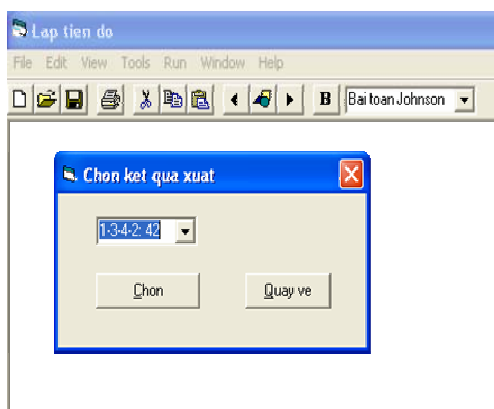
Các bài toán để tính bao gồm:

- Bài toán 1 :”liên tục về tài nguyên”
- Bài toán 2 :”liên tục về diện công tác”
- Bài toán 3 :”thời gian thi công ngắn nhất theo trình tự ban đầu của bài toán: không liên tục về tài nguyên không liên tục về diện công tác”
- Bài toán chọn trình tự thi công:
 - * Phương pháp hoán vị
 - * Phương pháp Nhánh và biên-Johnson
 - * Phương pháp hệ số ưu tiên

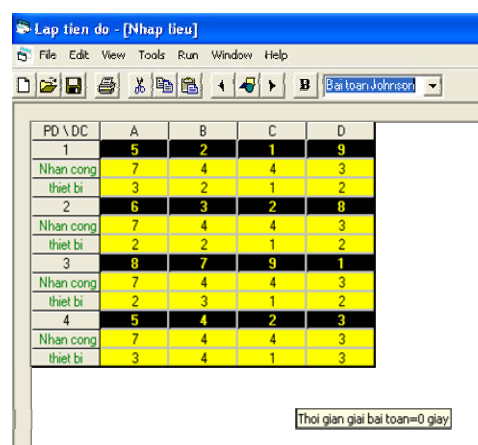
2.3.3 Áp dụng

Khởi động chương trình TỐI ƯU HÓA TIẾN ĐỘ, nhập số liệu (thời gian thực hiện tại các hạng mục công trình, số lượng và giá trị các tài nguyên) theo lời nhắc của chương trình, chọn *bài toán Johnson* và giải .

Chương trình cho ngay bảng số liệu nhập để kiểm tra, kết quả và hiển thị kết quả bảng tính, biểu đồ tài nguyên : nhân lực, thiết bị...; các hệ số điều hòa nhân lực và lao động, các bảng tiến độ dạng dây chuyền...Các kết quả của ví dụ nêu trên được xuất trên màn hình như sau:



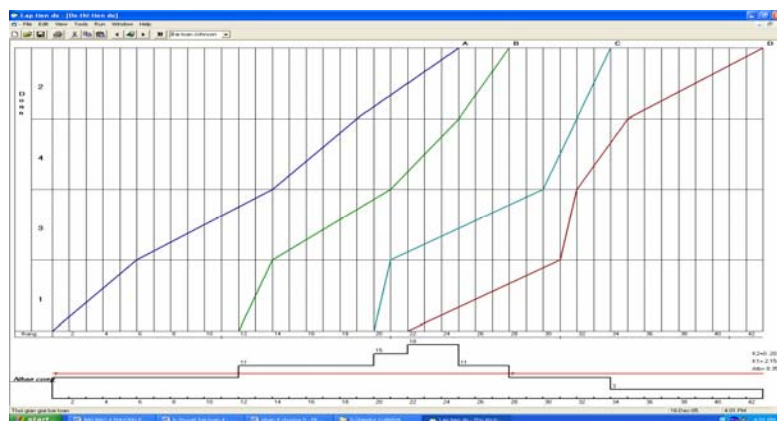
Hình 3. Xuất kết quả của ví dụ áp dụng



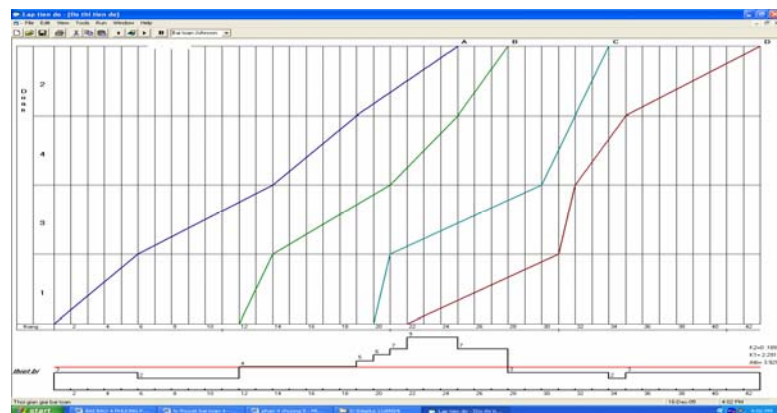
Hình 4. Hiện thị số liệu nhập: thời gian, tài nguyên (nhân công, thiết bị), thời gian giải bài toán...

	A (phan ngam)	B (phan khung nha)	C (hoan thien)	tg tac mai, ha tang ngo	
1	5	2	1	9	17/30
3	8	7	9	1	25/26
4	5	4	2	3	14/21
2	6	3	2	8	19/24
	24	16	14	21	C=75/101 =0.743

Hình 5. Hiện thị kết quả tính toán: thời gian khởi và kết của các dây chuyền tổng hợp tại các công trình. Tg = 42



Hình 6. Hiện thị bảng tổng tiến độ thi công tại các công trình, Biểu đồ tài nguyên thứ 1: nhân công, hệ số $k_1 = 2,154$, $k_2 = 0,203$, $Atb = 8,357$, $T_g = 42$



Hình 7. Hiện thị bảng tổng tiến độ thi công tại các công trình, Biểu đồ tài nguyên thứ 2: Thiết bị, hệ số $k_1 = 2,291$, $k_2 = 0,189$, $Atb = 3,929$, $T_g = 42$

3. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

Để nâng cao hiệu quả vốn đầu tư xây dựng không chỉ bằng cách đổi mới công nghệ sản xuất, biện pháp kỹ thuật thi công, sử dụng hiệu quả máy móc thiết bị mà còn cần phải thay đổi phương pháp sản xuất, tổ chức lao động khoa học. Khi tổ chức thi công nhóm công trình, thay đổi trình tự thi công các công trình (các đơn nguyên, các phân đoạn) thì thời gian thi công toàn bộ cũng sẽ thay đổi. Việc chọn ra một trình tự thi công nào đó có thời gian thi công ngắn nhất đồng thời đáp ứng các điều kiện thực tế có được của đơn vị xây lắp-sản xuất đều mang lại ý nghĩa kinh tế, xã hội sâu sắc.

Quyết định chọn thứ tự thi công các công trình trong cụm các công trình (phân đoạn, đơn nguyên) là một điều khó khăn. Có nhiều yếu tố cần phải xem xét như : *thời gian, nhân lực, thực tế thuận lợi của diện công tác hay địa bàn thi công, máy móc thiết bị thuê hay có sẵn, nguyên vật liệu, cấu kiện bán thành phẩm*. Việc xác định trình tự thi công hợp lý về thời gian thi công toàn bộ công trình và lập trình tự động hóa tính toán sẽ giúp cho các nhà quản lý các đơn vị xây lắp, các chủ đầu tư, ban quản lý dự án có thể tham khảo trong trường hợp cần phải

ra quyết định để xác định trình tự thi công hợp lý các hạng mục công trình sao cho có thể sớm đưa vào sử dụng.

Phần nghiên cứu có thể chỉ ra các nghiệm đúng tuyệt đối hoặc những nghiệm tốt hơn với nhiều lời giải so sánh khác nhau sẽ là thước đo cho việc chọn lựa thêm nhiều phương án khác và ràng buộc khác ngoài ràng buộc về thời gian hoàn tất công trình.

APPLICATION OF PORFIRIANT METHOD AND COMPUTER PROGRAMMING IN DETERMINING THE SEQUENCE OF CONSTRUCTION BUILDINGS EXECUTION

Pham Hong Luan

University of Technology, VNU- HCM

ABSTRACT: *The sequence of construction buildings execution affects the required time of the construction project accomplishment. Setting the sequence of construction buildings execution in shortest time is complicated. Thanks to the high ability of computer, application of porfiriant method and computer-programming gives an optimum solution even with the complicated scheduled plans. The application will be helpful to the owners, designers, contractors in deciding the sequence of construction buildings execution with the aim of accomplishment the whole project in earliest time.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. B.A. Aphanasep, *Thuật toán tính toán dây chuyền*, NXB Lêning grad, 1990.
- [2]. Dikman, *Tổ chức kế hoạch và quản lý thi công trong xây dựng*, NXB Lêning grad, 1982.
- [3]. Trương Ngọc Diệp, Trần Thế San, *Sổ tay người thiết kế và thi công công trình xây dựng*, NXB TP HCM, 1996.
- [4]. L.V.Kiểm, Phạm Hồng Luân, *Các bài toán Quản lý Kinh doanh Xây dựng*, NXB ĐHQG TP HCM, 2002.
- [5]. Đinh Xuân Lâm, *Giáo trình học và thực hành Microsoft Visual Basic cơ bản*, NXB Thống Kê, 2000.
- [6]. Phạm Hồng Luân, *Tự động hóa tiến độ ma trận*, Đề tài cấp Bộ 2004.
- [7]. Nguyễn Đình Thám, *Lập kế hoạch tổ chức và chỉ đạo thi công*, 2001.
- [8]. Đặng Quang Tuấn, *Lập trình cơ sở dữ liệu Visual Basic 6.0*, NXB Trẻ, 2001.