

# MẪU BÁO CÁO ĐỒ ÁN CHUYÊN NGÀNH CÔNG NGHỆ PHẦN MỀM

## Một phân tích mạng phức hợp về bộ quy trình tổ chức chấm thi tập trung ở ĐH Công nghiệp Hà Nội hỗ trợ việc quản lý quy trình và thiết kế phần mềm.

Trần Tiến Dũng<sup>a\*</sup>, Nguyễn Văn B<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Khoa CNTT, Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>b</sup>Nhóm 1, Lớp Kỹ thuật phần mềm Chất lượng cao K9, Khoa CNTT

### TÓM TẮT

Một phân tích mạng phức hợp về kiến trúc bộ máy, vị trí việc làm, và chi phí nhân công vận hành quy trình đã được chúng tôi tiến hành trên bộ quy trình tổ chức chấm thi tập trung ở Đại học Công nghiệp Hà Nội. Phân tích kiến trúc cho thấy bộ quy trình là một hệ thống đơn nhiệm bền vững, được vận hành bởi bốn vị trí chủ chốt. Phân tích vị trí việc làm đã hé lộ những thông tin thú vị, cho biết những vị trí dễ mắc sai sót, vị trí giàu thông tin, vị trí chịu nhiều áp lực giải quyết yêu cầu sự vụ, và vị trí sửa chữa sai sót phát tán trong quy trình. Số liệu phân tích đã được dùng để tính chi phí nhân công vận hành quy trình. Từ các phân tích trên, chúng tôi đã đề xuất một thiết kế phần mềm thích hợp với bộ quy trình. Phân tích mạng phức hợp là một kỹ thuật mới phân tích toàn diện về các hệ thống thông tin dựa quy trình. Kết quả phân tích là một nguồn tham khảo tin cậy cho việc quản lý quy trình và thiết kế phần mềm.

**Từ khóa:** phân tích; quy trình; mạng phức hợp; tổ chức chấm thi.

### 1. GIỚI THIỆU

Từ khóa “quy trình” xuất hiện trong gần 10 nghìn tài liệu trên Website Chính phủ (www.chinhphu.vn), lớn hơn rất nhiều trên các website khác. Điều này cho thấy đây là một chủ đề được Chính phủ rất quan tâm. Quy trình là một loại mạng phức hợp định hướng luồng tư liệu của một tổ chức, được thiết kế để hoàn thành hiệu quả một nhóm công việc nhiều đối tượng tham gia. Đã có nhiều phương pháp phân tích khai thác những hiểu biết từ quy trình. UML[1], Flowchat[2], và Business Process Model and Notation[3] là các chuẩn công nghiệp cho phép phân tích các hệ thống thông tin dựa quy trình. Không may, chúng là các phương pháp phân tích định tính, thiếu các số liệu chính xác làm cơ sở kiểm chứng và thẩm định chất lượng quy trình. Mạng Petri có thể cung cấp các số liệu chính xác về quy trình. Nó cho phép kiểm chứng tính đúng đắn với các thủ tục quy trình [4]. Đặc tả này hữu hiệu trong việc mô hình hóa một hệ thống, song không dễ hiểu với người đọc, không thể mô tả cấu trúc bộ máy tổ chức quy trình. Mạng Petri có thể trả lời một vài câu hỏi liên quan đến các trạng thái hệ thống, song không thể trả lời các câu hỏi liên quan đến đặc tính của các bộ phận (vị trí) cấu thành nên hệ thống[5]. Tóm lại, các phương pháp phân tích quy trình hiện tại gặp giới hạn về việc mô tả cấu trúc bộ máy, hoặc không thể cho biết số liệu đặc tính của từng vị trí việc làm trong quy trình.

Vượt qua giới hạn trên, chúng tôi phân tích quy trình theo tiếp cận mạng phức hợp

(Network Science) – một môn khoa học ứng dụng đa ngành [6]. Một mạng phức hợp là một đồ thị với cấu trúc hình học không tầm thường mô tả cấu trúc của một hệ thống thật, chẳng hạn như một bộ quy trình. Bằng số liệu cụ thể, nó cho phép mô tả và phân tích định lượng một bộ quy trình. Chúng tôi thẩm định bộ quy trình tổ chức chấm thi tập trung của Đại học Công nghiệp Hà Nội bằng phần mềm phân tích mạng phức hợp NetCmd. Kết quả cho thấy: bộ quy trình là một hệ thống đơn nhiệm bền vững, được vận hành chỉ bởi bốn vị trí chủ chốt. Hệ thống vẫn có thể hoạt động khi vắng vị trí phụ. Phân tích vị trí việc làm đã hé lộ những thông tin thú vị, cho biết những vị trí dễ mắc sai sót, vị trí giàu thông tin, vị trí chịu nhiều áp lực giải quyết yêu cầu sự vụ, và vị trí sửa chữa sai sót phát tán trong quy trình. Các số liệu phân tích đã được dùng để tính chi phí nhân công vận hành quy trình. Cuối cùng, chúng tôi đã đề xuất một thiết kế phần mềm thích hợp với bộ quy trình. Phân tích mạng phức hợp là một kỹ thuật mới phân tích toàn diện về các hệ thống thông tin quản lý. Nó làm quy trình được hoàn thiện ngay từ lúc thiết kế, giảm thiểu chi phí sửa chữa phần mềm sau này. Kết quả phân tích là một nguồn tham khảo tin cậy cho việc quản lý quy trình và thiết kế phần mềm.

### 2. PHƯƠNG PHÁP VÀ TƯ LIỆU

#### 2.1. Phân tích mạng phức hợp

Các phân tích trong nghiên cứu này dựa hoàn toàn vào số liệu phần mềm NetCmd<sup>1</sup> cung cấp. Đây là một phần mềm phân tích mạng phức hợp đã được sử dụng trong các nghiên cứu về sinh học hệ thống [7, 8], mới đây đã được các nhà nghiên cứu quốc tế thẩm duyệt [9]. Với dữ liệu đầu vào là một mạng phức hợp như Hình 1, số liệu đầu ra được phần mềm trả về là: Mức độ bền vững ( $Ro$ ), Mức độ mô đun hóa ( $Mo$ ), và Cấu trúc lõi – ngoại biên (*Core-periphery*) của hệ thống. Ngoài ra, đặc điểm vị trí việc làm cũng được phần mềm trả về qua 05 vector số thực: KCO, BET, HC, PR, và TAX là các giá trị centrality của các nút trong mạng lưới. Các nghiên cứu gần đây đã chỉ ra rằng các giá trị centrality này phản ánh quyền lực, mức độ ảnh hưởng, và các đặc tính khác trong quản trị tổ chức [10-12]. Cụ thể, 05 vector này tương ứng với 05 đặc tính: *Mức độ quan trọng công việc (KCO)*, *Mức độ ảnh hưởng vận hành hệ thống (BET)*, *Mức độ mắc sai sót khách quan (HC)*, *Cường độ giải quyết các yêu cầu sự vụ (PR)*, và *Cường độ lưu trữ thông tin (TAX)*. Để người đọc hình dung được kết quả phân tích kiến trúc bộ máy, chúng tôi trình bày những công thức cơ bản đo mức độ bền vững, mức độ mô đun hóa của một hệ thống mạng như sau:

Cho một mạng có hướng  $G(V,A)$ ,  $V$  và  $A$  tương ứng là tập nút và tập tương tác, mức độ bền vững của một nút  $v$ ,  $\gamma(v)$ , thể hiện mức độ nút  $v$  được kiểm soát/điều hòa bởi các nút khác trong mạng để chống lại những sai sót khách quan từ bên ngoài, được định nghĩa bằng công thức:

$$\gamma(v) = \frac{1}{|S|} \sum_{s \in S} I(\langle s \rangle = \langle s_v \rangle) \quad (1)$$

trong đó  $S$  là một tập các trạng thái của hệ thống;  $I(\cdot)$  là hàm chỉ thị (Indicator function). Công thức này đã được dùng trong nhiều nghiên cứu về mạng phức hợp [7, 8, 13]. Độ bền vững mạng là  $Ro(G) = \frac{\sum_{v \in V} \gamma(v)}{|V|}$  với miền giá trị

$DOM(Ro(G)) \in [0,1]$ . Mạng  $G$  là bền vững nếu giá trị  $Ro(G)$  gần bằng 1, ngược lại là yếu nếu giá trị đó gần bằng 0.

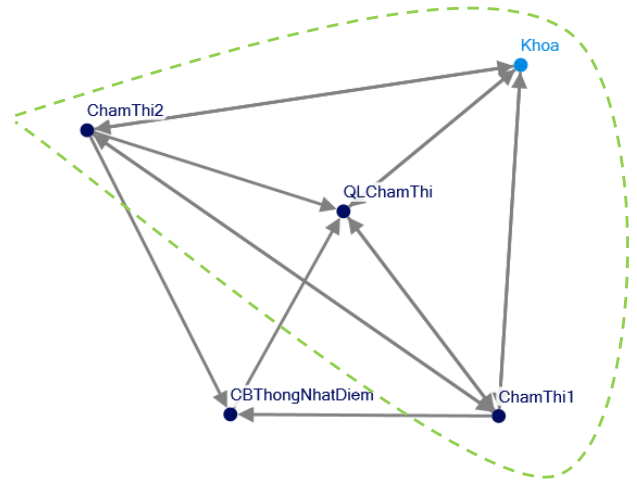
Phương pháp phát hiện các mô-đun của một mạng  $G$  đã được giới thiệu trong một nghiên cứu trước [14]. Giả sử các mô-đun là một phân hoạch  $P = \{V_1, V_2, \dots, V_M\} : V_i \cap$

$V_j = \emptyset \forall i, j \in \{1, 2, \dots, M\}, i \neq j$ , và  $\bigcup_{i=1}^M V_i = V$ , giá trị mô-đun hóa của  $P$ ,  $M(P)$ , được định nghĩa là:  $M(P) = \sum_{i=1}^M \left( \frac{\omega_{V_i V_i}}{\omega} - \frac{\omega_{V_i}^{in} \omega_{V_i}^{out}}{\omega^2} \right) \quad (2)$ ,

với  $\omega_{V_i V_i}$  là số lượng các tương tác nằm trọn trong mô-đun  $V_i$ ,  $\omega_{V_i}^{out}$  và  $\omega_{V_i}^{in}$  tương ứng là số lượng các tương tác đi ra và đi vào mô-đun  $V_i$ , và  $\omega$  là tổng số tương tác trong mạng. Mức độ mô-đun hóa của mạng  $G$  được định nghĩa bởi  $Mo(G) = \max_P M(P)$ . Đây là một giá trị tối ưu hóa được xác định bằng một giải thuật tìm kiếm đã được công bố ở [15]. Lưu ý  $Mo(G)$  càng gần 1, mức độ mô-đun hóa càng cao (các mô-đun càng độc lập nhau);  $Mo(G) = 0$  khi  $G$  không có các mô-đun.

## 2.2. Dữ liệu mạng phức hợp từ bộ quy trình.

Thực hiện Đề án số 737/ĐA-ĐHCN về đổi mới hoạt động kiểm tra đánh giá kết quả học tập của học sinh - sinh viên (giai đoạn 2), Đại học Công



**Hình 1. Mạng phức hợp mô tả bộ quy trình tổ chức chấm thi tập trung.** Năm vị trí việc làm trong bộ quy trình được biểu diễn bằng 05 nút mạng: 1) Cán bộ chấm thi 1, ký hiệu: *ChamThi1*, 2) Cán bộ chấm thi 2, ký hiệu *ChamThi2*, 3) Cán bộ thống nhất điểm, ký hiệu *CBThongNhatDiem*, 4) Bộ phận quản lý chấm thi, ký hiệu *QLChamThi*, và 5) Khoa chuyên môn, ký hiệu *Khoa*. Mỗi một cung biểu diễn luồng thông tin giữa hai vị trí. Mạng lưới có mức độ bền vững  $Ro=0,97 \pm 0,05$  (rất bền vững); mức độ mô-đun hóa  $Mo=0$  (không có mô-đun); vùng lõi gồm 04 nút nằm trong đường cong đứt, vùng ngoại biên chỉ có 01 nút.

nh nghiệp Hà Nội đã ban hành một bộ quy trình tổ chức chấm thi tập trung bằng thông báo số 220/TB-ĐHCN ngày 01/12/2016 (xem tài liệu bổ sung). Chúng tôi khai thác sử dụng hai biểu đồ mô tả quy trình ở phần phụ lục: *Phụ lục 2: Quy trình lập lịch chấm thi*, và *Phụ lục 3: Quy trình chấm thi*. Do hai biểu đồ quy trình này mô tả đầy đủ các giai đoạn lập kế hoạch, kiểm soát, và thực hiện một công việc, đã cung cấp trọn

<sup>1</sup> NetCmd được tác giả phát triển ở Đại học Ulsan, Hàn Quốc từ 2011 – nay.

vện thông tin hoạt động của một bộ máy quy trình, chúng tôi đã sử dụng chúng làm bộ quy trình đầu vào cho phân tích mạng phức hợp. Quy trình *Phụ lục 1: Quy trình tổ chức hoạt động chấm thi tập trung* đã không được dùng vì đây là một quy trình tổng quát, thông tin đầy đủ hơn đã được thể hiện ở *Phụ lục 2* và *3*. Một mạng phức hợp mô hình hóa bộ máy quy trình đã được tạo ra bằng việc trộn hai quy trình trên. Trong đó, các vị trí việc làm: *BP QLChấm thi*, *BP Kế hoạch*, *BP xử lý phách*, và *TTQLCL* đã được sát nhập làm một và gọi chung là *QLChamThi* do chúng đều thuộc một đơn vị. Như vậy, có 05 vị trí việc làm trong bộ quy trình tương ứng với 05 nút mạng. Hai nút mạng đã được nối với nhau bằng một cung nếu như có một luồng dữ liệu giữa hai nút đó. Vị trí Giáo viên chấm thi trong *Phụ lục 2* là tên gọi chung cho cả hai vị trí Cán bộ chấm thi 1 (*ChamThi1*) và Cán bộ chấm thi 2 (*ChamThi2*) ở *Phụ lục 3*, nên các luồng dữ liệu vào ra vị trí này đều được thể hiện trên cả *ChamThi1* và *ChamThi2*. Cuối cùng, chúng tôi có được một mạng phức hợp như Hình 1, là dữ liệu đầu vào cho phần mềm NetCmd.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

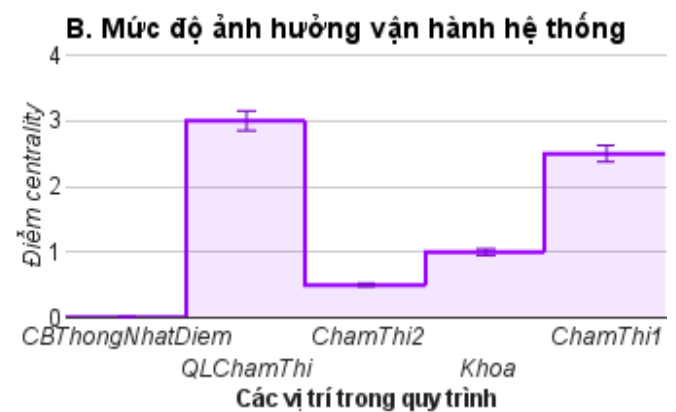
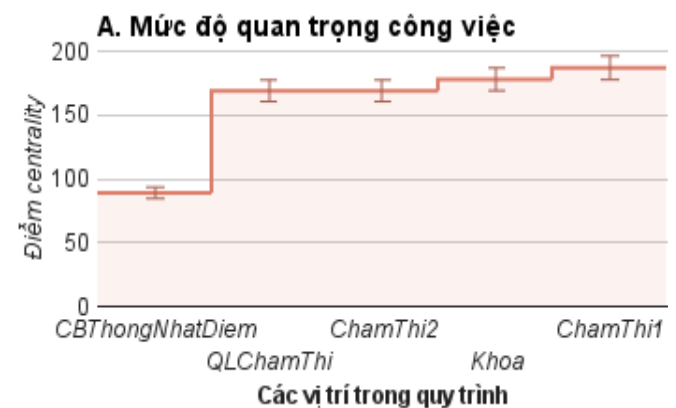
#### 3.1. Phân tích và thẩm định bộ quy trình theo tiếp cận mạng phức hợp.

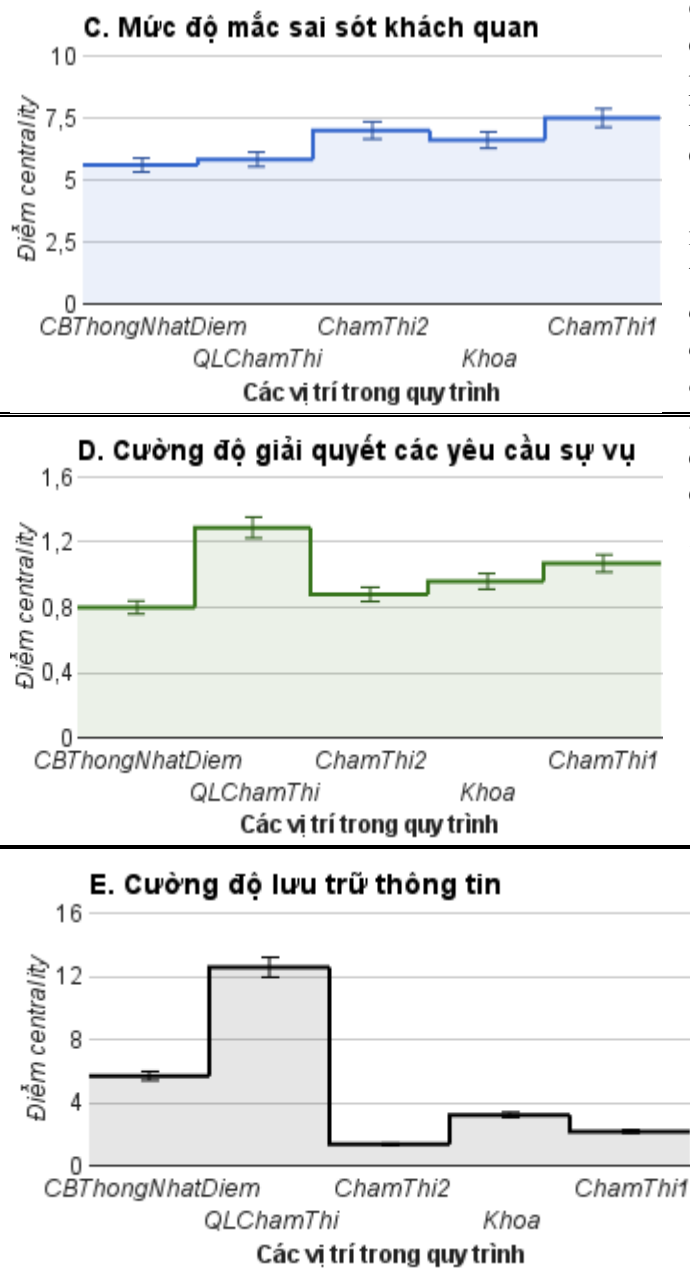
Các phần mềm quản lý thường xuyên phải sửa chữa do các quy trình bị thay đổi, phần lớn do chúng chưa được hoàn thiện. Điều này đã sinh ra những chi phí không cần thiết. Chúng tôi tập trung phân tích toàn diện quy trình tổ chức chấm thi tập trung nhằm hỗ trợ việc quản lý và hoàn thiện quy trình, từ đó giảm chi phí sửa chữa phần mềm. Một mạng phức hợp của bộ quy trình đã được tạo ra như ở Hình 1 (xem phần phương pháp và tư liệu), và kết quả phân tích mạng lưới này là kết quả phân tích quy trình theo tiếp cận mạng phức hợp. Chúng tôi đã dùng phần mềm NetCmd tính toán các điểm hội tụ của các quá trình ngẫu nhiên trong mạng nhằm có được những hiểu biết về kiến trúc bộ máy tổ chức và đặc tính của các vị trí trong bộ quy trình, cụ thể như sau:

#### Thẩm định kiến trúc bộ máy tổ chức.

Kiến trúc của bộ máy tổ chức quy trình được thẩm định bằng ba thuộc tính: Mức độ bền vững (*Ro*), Mức độ mô đun hóa (*Mo*), và Cấu trúc lõi – ngoại biên (*Core-periphery*) trong quy trình. Kết quả là, mức độ bền vững và mức độ mô đun hóa lần lượt bằng  $0,97 \pm 0,05$  và 0, trong khi cấu trúc lõi-ngoại biên chia hệ thống làm hai

vùng có mức độ quan trọng công việc khác nhau (Hình 1). Giá trị mức độ bền vững gần bằng cực đại (1) đã cho thấy bộ quy trình là một hệ “bảo thủ”, có khả năng tự điều hòa để chống lại các thay đổi do kích thích từ ngoài, hoàn toàn thích hợp với một bộ máy khảo thí, vốn cần ít sai lệch. Một giải pháp thiết kế quy trình như vậy sẽ giảm thiểu sai sót gây ra bởi các yếu tố khách quan ngoài hệ thống. Độ bền vững này có được nhờ sự xuất hiện của các vòng lặp phản hồi (*feedback loop*) trong quy trình, đóng vai trò duy trì sự ổn định toàn hệ thống [16-18]. Bên cạnh đó, mức độ mô đun hóa thấp (bằng không) đã cho thấy rằng không thể chia hệ thống thành các mô đun chức năng. Nói cách khác, đây là một hệ đơn nhiệm vụ. Kết quả phân tích cũng khớp với thực tế là bộ quy trình chỉ có một chức năng chấm điểm các bài thi khách quan. Chúng ta thấy dường như có một sự đối nghịch giữa mức độ bền vững và mức độ mô đun hóa của hệ thống. Mỗi quan hệ đối nghịch này đã được





**Hình 2. Xếp hạng các vị trí việc làm trong quy trình theo 05 đặc tính do:** mức độ quan trọng công việc (A), Mức độ ảnh hưởng đến vận hành hệ thống (B), Mức độ mắc sai sót khách quan (C), Cường độ giải quyết các yêu cầu sự vụ (D), và Cường độ lưu trữ thông tin (E). Giá trị mức độ/cường độ thể hiện đặc tính (điểm centrality) của từng vị trí sẽ hội tụ về các thứ hạng như trên đồ thị sau một thời gian ngắn hệ thống vận hành theo quy trình. Các thanh sai số (error bars) biểu thị dung sai 5%.

chứng minh ở các hệ thống mạng sinh học trong tự nhiên [8, 19]. Có thể sử dụng mối quan hệ này để giảm bớt mức độ bền vững, tăng khả năng thích nghi của hệ thống với môi trường. Cấu trúc lõi – ngoại biên đã chia hệ thống thành 02 vùng như Hình 1, trong đó các vị trí ở vùng lõi bao gồm: *QLChamThi*, *ChamThi1*, *ChamThi2*, và *Khoa*. Còn lại, *CBThongNhatDiem* được xếp vào vùng ngoại biên. Như vậy, khác với suy nghĩ của một số người, quy trình được vận hành chỉ bởi 04 vị trí

chủ chốt nằm ở vùng lõi, thực hiện các hoạt động chính. Vị trí còn lại đóng vai trò thứ yếu, phụ thuộc vào công việc của các vị trí chủ chốt. Mức độ quan trọng công việc của các vị trí đã được phần mềm xếp hạng cụ thể trong Hình 2A.

**Phân tích các vị trí việc làm.** Với một mạng lưới như Hình 1, NetCmd trả về 05 đặc tính: *Mức độ quan trọng công việc (KCO)*, *Mức độ ảnh hưởng vận hành hệ thống (BET)*, *Mức độ mắc sai sót khách quan (HC)*, *Cường độ giải quyết các yêu cầu sự vụ (PR)*, và *Cường độ lưu trữ thông tin (TAX)*. Chúng tôi đã các lập biểu đồ (Hình 2) xếp hạng các vị trí việc làm theo 05 đặc tính trên, với một số nhận xét như sau:

- Mức độ quan trọng công việc (Hình 2A).** Mức độ quan trọng công việc của *CBThongNhatDiem* (89) thấp hơn đáng kể so với của các vị trí còn lại: *QLChamThi* (169), *ChamThi2* (169), *Khoa* (178), và *ChamThi1* (187). Sự khác biệt đáng kể này có nghĩa rằng hệ thống vẫn có thể hoạt động khi vắng sự tham gia của *CBThongNhatDiem*. Vai trò phụ của các vị trí ở vùng biên đã được chứng minh trong các nghiên cứu về mạng xã hội [20-22].
- Mức độ ảnh hưởng vận hành hệ thống (Hình 2B).** Ảnh hưởng của *QLChamThi* (3) lớn nhất, tiếp theo đến *ChamThi1* (2,5). Việc cả hai vị trí này có giá trị ảnh hưởng cao hơn đáng kể so với các vị trí còn lại: *Khoa* (1), *ChamThi2* (0,5), và *CBThongNhatDiem* (0) đã cho thấy nếu cần khắc phục các sai sót hệ thống, chỉ cần tác động lên 02 vị trí này. Vai trò sửa chữa lỗi hệ thống của các nút đã được chứng minh trong mạng phức hợp [22-24].

**Mức độ mắc sai sót khách quan (Hình 2C).** Sai sót khách quan của một vị trí là những rối loạn ở vị trí do bị tác động từ ngoài hệ thống. Việc đánh giá mức độ sai sót của một nút mạng đã được chứng minh trong các mạng sinh học phân tử [7, 25]. Mức độ mắc sai sót khách quan của *ChamThi1* (7,5), *ChamThi2* (7), và *Khoa* (6,61) khác nhau không đáng kể và đều cao hơn mức độ mắc sai sót khách quan của *QLChamThi* (5,83) và *CBThongNhatDiem* (5,6). Điều này cho thấy *QLChamThi* là một vị trí khá an toàn, ít bị sai sót khách quan dù có ảnh hưởng lớn nhất trong quy trình. Ngược lại, *ChamThi1* có khả năng mắc sai sót khách quan nhiều, có thể ảnh hưởng đến hoạt động toàn hệ thống do vị trí này có ảnh hưởng tương đối lớn trong quy trình.



*CBThôngNhatDiem* khó bị mắc sai sót khách quan nhất.

- 4) **Cường độ giải quyết các yêu cầu sự vụ (Hình 2D).** Cường độ giải quyết các yêu cầu sự vụ của một vị trí cho biết mức độ vị trí đó được người khác tham vấn ngẫu nhiên, để giải quyết sự vụ. Một nút mạng có cường độ giải quyết yêu cầu sự vụ lớn khi được nhiều người truy cập. Điều này đã được chứng minh trong mạng phức hợp [26, 27]. Cường độ công việc của *QLChamThi* (1,29) cao hơn đáng kể các vị trí khác cho thấy đây là một vị trí quan trọng và cần có mặt ở nơi chấm thi thường xuyên để giải quyết các yêu cầu sự vụ. Số liệu này từ phần mềm cũng phù hợp với thực tế là vị trí này nhận nhiều yêu cầu nhất trong quy trình, ở các khâu: lập kế hoạch chấm thi, nhận bài chấm thi, bàn giao bài thi. Trong 02 cán bộ chấm thi, *ChamThi1* là người chịu trách nhiệm nhận bàn giao túi chấm và tài liệu chấm thi từ *QLChamThi*, xác định vòng chấm thi, đồng thời cũng là người thực hiện nhiều

*ChamThi1*, *ChamThi2*, *Khoa*, và *CBThôngNhatDiem* và *QLChamThi*. Như vậy, *QLChamThi* giàu thông tin nhất trong bộ máy. Kết quả này khớp với thực tế khi các túi bài thi cuối cùng đều tập trung về *QLChamThi*. Dù chỉ đóng vai trò phụ trong quy trình, *CBThôngNhatDiem* cũng có khá nhiều thông tin, chỉ sau *QLChamThi*.

Tóm lại, NetCmd đã cung cấp những hiểu biết về kiến trúc bộ máy tổ chức và số liệu về đặc tính từng vị trí làm việc trong bộ quy trình.

### 3.2. Tính chi phí nhân công vận hành quy trình.

Các nhà quản lý thường áp dụng các chỉ số hiệu suất chính KPI (Key Performance Indicator) [28] để đánh giá hiệu quả của từng vị trí. Có ba loại chỉ số KPI: 1) KPI đầu ra, 2) KPI hoạt động, và 3) KPI năng lực. Các KPI đầu ra đánh giá hiệu quả theo kết quả, phù hợp với các vị trí trực tiếp. Các KPI hoạt động tập trung vào năng lực hoạt động cá nhân, thích hợp với vị trí quản lý, phục vụ, và các vị trí gián tiếp, với đầu ra rất

**Tổng thù lao: 1.360.000 đ**

Vị trí	Cường độ giải quyết các yêu cầu sự vụ (điểm KPI hoạt động)	Tỉ lệ	Mức thù lao
<i>CBThôngNhatDiem</i>	0,8	16,00%	220.000 đ
<i>QLChamThi</i>	1,29	25,80%	350.000 đ
<i>ChamThi2</i>	0,88	17,60%	<b>240.000 đ</b>
<i>Khoa</i>	0,96	19,20%	260.000 đ
<i>ChamThi1</i>	1,07	21,40%	290.000 đ

**Bảng 1. Mức thù lao vận hành quy trình với 60 bài thi được tính bằng điểm KPI hoạt động.** Mỗi mức thù lao của một vị trí được tính theo tỉ lệ % cường độ giải quyết các yêu cầu sự vụ (điểm KPI hoạt động). Các mức thù lao được tính dựa trên cơ sở mức thù lao cho *ChamThi2* là 240.000đ, tương đương 4.000đ /bài/01 giáo viên chấm như trong quy chế 2016 của Đại học Công nghiệp Hà Nội.

thao tác hơn *ChamThi2* khi xuất hiện vênh điểm. Số liệu từ phần mềm cũng thể hiện, cường độ giải quyết yêu cầu sự vụ của *ChamThi1* (1,07) lớn hơn của *ChamThi2* (0,88). Hai vị trí còn lại: *Khoa* và *CBThôngNhatDiem* có cường độ giải quyết sự vụ ở mức trung bình, tương ứng 0,96 và 0,8.

- 5) **Cường độ lưu trữ thông tin.** Cường độ lưu trữ thông tin của một vị trí cho biết khối lượng thông tin sẽ lưu tại vị trí đó sau một thời gian lưu thông trong quy trình. Cường độ lưu trữ thông tin của *ChamThi1* (2,17), *ChamThi2* (1,35), và *Khoa* (3,22) thấp hơn đáng kể so với của *CBThôngNhatDiem* (5,69), *QLChamThi* (12,57). Điều này cho thấy thông tin có xu hướng dịch chuyển từ

khó lượng hóa. Các KPI năng lực chú trọng vào khả năng của người lao động, tập trung vào nguyên nhân thay vì kết quả như KPI đầu ra. Tính KPI hợp lý và công bằng cho từng vị trí việc làm là một bài toán không đơn giản. Từ kết quả phân tích, chúng tôi trình bày cách tính thù lao của các vị trí theo điểm KPI, và cách tính chi phí thông tin liên lạc – văn phòng phẩm.

**Điểm KPI và mức thù lao.** Theo quy chế chi tiêu nội bộ 2016 của Đại học Công nghiệp Hà Nội, giáo viên chấm thi được chi trả mức thù lao 4.000đ /bài thi tự luận. Đây là một cách tính thù lao theo KPI đầu ra, khá hợp lý và có thể áp dụng được với 02 vị trí trực tiếp

*ChamThi1* và *ChamThi2* trong quy trình. Tuy nhiên, mức thù lao cho các vị trí gián tiếp còn lại như *Khoa*, *CBThôngNhatDiem*, và

*QLChamThi* sẽ như thế nào để đảm bảo sự hợp lý và công bằng? Với một cách nhìn khác, chúng tôi sử dụng phương pháp tính thù lao theo KPI hoạt động. Để làm rõ cách tính này, chúng tôi giả sử tổng thù lao cho các vị trí việc làm là 1.360.000 đ (sau khi chấm 60 bài thi). Nếu không tính đến năng lực (trình độ chuyên môn), mức thù lao của từng vị trí theo KPI hoạt động như Bảng 1. Giá trị đặc tính “*Cường độ giải quyết các yêu cầu sự vụ*” đã được dùng làm điểm KPI hoạt động vì nó phản ánh chính xác tỷ lệ hoạt động của các vị trí trong quy trình. Nếu thống kê khối lượng công việc của từng vị trí sau một thời gian rồi tính tỷ lệ %, chúng sẽ hội tụ đến đúng tỷ lệ % điểm KPI hoạt động. *QLChamThi* có điểm KPI hoạt động cao nhất (1,29), nên tỉ lệ % thù lao được hưởng cao nhất (25,8%). Trong 02 cán bộ chấm thi, *ChamThi1* là người chịu trách nhiệm nhận bàn giao túi

Quy trình chấm thi, vẫn hoạt động đáng kể ở Quy trình lập lịch chấm thi. Ngoài ra, có thể tính thù lao theo KPI đầu ra dựa trên kết quả tính thù lao theo KPI hoạt động. Với giả thiết cứ chấm 60 bài thi, các vị trí có mức thù lao như trong Bảng 1, có thể suy ra mức thù lao của từng vị trí khi bộ máy chấm được 01 bài thi. Số liệu này là cơ sở tính thù lao theo KPI đầu ra.

**Chi phí thông tin liên lạc và văn phòng phẩm.** Chúng tôi cũng trình bày một cách tính chi phí này. Cho dù nó không đáng kể, song cũng cần được định mức hóa với một cơ sở khoa học để có kế hoạch vận hành bộ quy trình. Trong 05 đặc tính vị trí việc làm, cường độ lưu trữ thông tin cho biết tỷ lệ thông tin được lưu tại một vị trí sau một thời gian lưu thông trong quy trình. Hiển nhiên, một vị trí có cường độ lưu trữ thông tin càng lớn sẽ cần càng nhiều thao tác ghi chép, cập nhật, in ấn, kết nối thông tin, và

**Tổng chi: 369.000đ**

Vị trí	Cường độ lưu trữ thông tin	Tỉ lệ	Mức chi
<i>CBThongNhatDiem</i>	5,69	22,76%	84.000 đ
<i>QLChamThi</i>	12,57	50,28%	186.000 đ
<i>ChamThi2</i>	1,35	5,40%	<b>20.000 đ</b>
<i>Khoa</i>	3,22	12,88%	47.000 đ
<i>ChamThi1</i>	2,17	8,68%	32.000 đ

**Bảng 2. Chi phí thông tin liên lạc và văn phòng phẩm để vận hành quy trình với 60 bài thi.** Mỗi mức chi của một vị trí được tính theo tỉ lệ % cường độ lưu trữ thông tin. Các mức chi được tính dựa trên cơ sở mức chi cho *ChamThi2* được giả định chi 20.000 đồng để phục vụ thông tin liên lạc, mua văn phòng phẩm.

chấm và tài liệu chấm thi từ *QLChamThi*, xác định vòng chấm thi, đồng thời cũng là người thực hiện nhiều thao tác hơn *ChamThi2* khi xuất hiện vênh điểm. Tương ứng, điểm KPI hoạt động của *ChamThi1* (1,07) lớn hơn của *ChamThi2* (0,88), nên mức thù lao của *ChamThi1* (290.000 đ) lớn hơn *ChamThi2* (240.000 đ). Mặc dù *CBThongNhatDiem* thường là trưởng/phó bộ môn hoặc giảng viên có kinh nghiệm, điểm KPI hoạt động của vị trí này thấp nhất nên mức thù lao cũng thấp nhất (220.000 đ). Kết quả này cũng phù hợp với mô tả của vị trí này trong quy trình, dù có thể có trình độ chuyên môn cao, vị trí này chỉ thực sự hoạt động khi cần có sự thống nhất điểm. Nếu yêu cầu kinh nghiệm, trình độ cao ở vị trí này, điểm KPI năng lực cần được áp dụng thêm cho vị trí này sẽ hợp lý hơn. Trong bộ quy trình, điểm KPI hoạt động của *Khoa* là 0,96 tương ứng mức thù lao 260.000 đ, chỉ sau của *ChamThi1*. Điều này cũng phù hợp với thực tế vì dù vị trí này không tham gia trực tiếp vào

chúng phát sinh chi phí, gọi là chi phí lưu thông tin. Do đó, chi phí lưu thông tin của một vị trí được chúng tôi tính dựa trên tỷ lệ cường độ lưu trữ thông tin của vị trí đó. Giả sử chi phí mua văn phòng phẩm và thông tin liên lạc của *ChamThi2* là 20.000 đ, mức chi cho các vị trí khác được tính theo tỷ lệ % cường độ lưu trữ thông tin như Bảng 2.

Tóm lại, mức chi thực tế để quy trình chấm 60 bài thi là tổng mức thù lao (Bảng 1) và chi phí thông tin liên lạc và văn phòng phẩm (Bảng 2). Đây là nguồn tham khảo tin cậy cho nhà quản lý trả thù lao người lao động.

### 3.3. Thiết kế phần mềm từ kết quả phân tích.

Chi phí sửa chữa phần mềm quản lý thường đắt gấp bốn lần chi phí làm mới. Nguyên nhân sửa chữa chủ yếu là quy trình đã được phía IT mô tả không đúng yêu cầu thực tế, hoặc đã bị phía người dùng thay đổi do những bất cập. Bộ quy trình tổ chức chấm thi tập trung là một bộ máy bền vững, và có các đặc tính vị trí việc làm

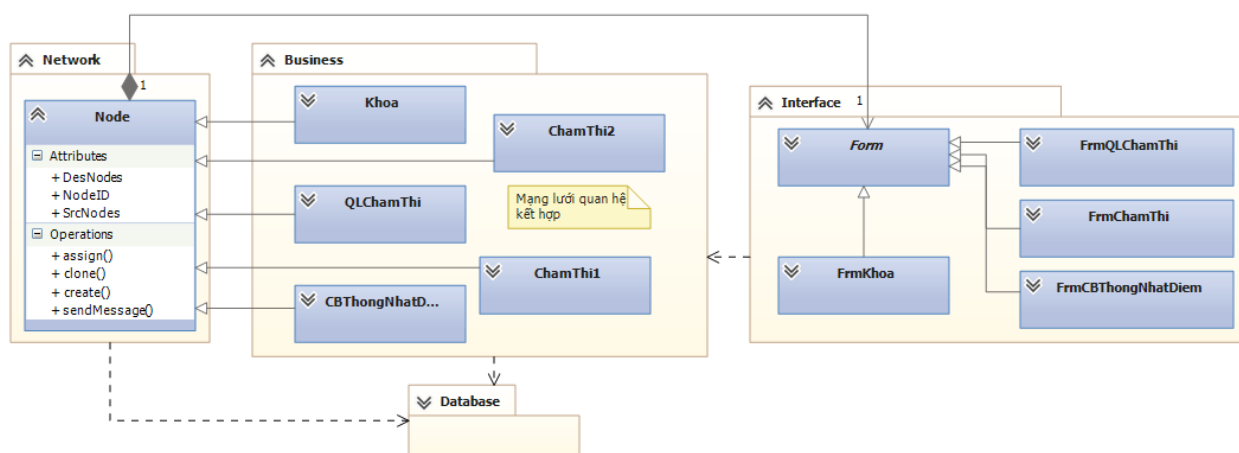
đã được phân tích cụ thể. Với các kết quả trên, chúng tôi đề xuất một thiết kế phần mềm phù hợp với các đặc điểm của bộ quy trình, giảm thiểu những sửa chữa sau này do sai sót trong thiết kế.

Kiến trúc phần mềm gồm 04 gói (packages): Network, Business, Interface, và Database, có quan hệ kết hợp với nhau (Hình 3). Trong đó, gói Business với vai trò trung tâm hệ thống chứa các lớp đối tượng đại diện cho các vị trí việc làm. Chúng là các lớp dẫn xuất từ lớp Node và là các nút trong một mạng lưới được tạo thành từ bộ quy trình. Các hoạt động của mỗi vị trí tương ứng là các phương thức của lớp. Thứ tự gọi các phương thức này được lập trình theo biểu đồ quy trình. Mỗi một vị trí bao gồm một đối tượng lớp trừu tượng (hoặc interface) Form tương tác với người dùng. Lớp Form có tính

cầu sự vụ lớn, có thể thiết kế thêm chức năng hội thoại hỗ trợ việc giao tiếp với các vị trí còn lại trong bộ máy. Thiết kế của chúng tôi phù hợp với các đặc tính của các vị trí việc làm trong bộ quy trình, giảm thiểu những sửa chữa sau này do sai sót trong thiết kế.

#### 4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung phân tích toàn diện bộ quy trình tổ chức chấm thi tập trung của Đại học Công nghiệp Hà Nội để hỗ trợ việc quản lý và hoàn thiện quy trình, từ đó giảm chi phí sửa chữa phần mềm. Vượt qua hạn chế của các phương pháp phân tích khác, phương pháp của chúng tôi đã cho phép thẩm định kiến trúc bộ máy, phân tích đặc tính vị trí việc làm, và tính chi phí nhân công vận hành quy trình. Thẩm định kiến trúc cho thấy: bộ quy trình là một hệ thống đơn nhiệm bền



**Hình 3. Biểu đồ lớp UML mô tả kiến trúc phần mềm quản lý chấm thi tập trung.** Phần mềm, gồm 04 gói: Business, Interface, Network, và Database, đóng vai trò kết nối và kiểm soát hoạt động của các vị trí việc làm theo quy trình. Các vị trí việc làm nằm ở gói Business là các nút mạng, mỗi nút mạng chứa một đối tượng lớp trừu tượng Form để tương tác với người dùng.

chất đa hình, giao tiếp với người dùng theo 04 kiểu mẫu giao diện: FrmKhoa, FrmChamThi, FrmQLChamThi, và FrmCBThongNhatDiem. Mỗi kiểu mẫu giao diện được thiết kế theo đặc tính cường độ lưu trữ thông tin của vị trí. *QLChamThi* cần nhiều thông tin nhất nên FrmQLChamThi nhấn mạnh vào tính năng tổ chức và tìm kiếm thông tin hợp lý sao cho mọi thông tin lưu trữ trong hệ thống phần mềm đều cập nhật kịp thời cho người dùng ở vị trí này. Dù chỉ đóng vai trò thứ yếu trong hệ thống, FrmCBThongNhatDiem cũng được thiết kế với tiêu chí tương tự FrmQLChamThi với lượng thông tin cập nhật ít hơn. Trong khi đó, FrmChamThi và FrmKhoa được thiết kế theo kiểu các form nhập liệu đơn giản, đặc biệt lưu ý sử dụng các tính năng kiểm soát tính hợp lệ dữ liệu do vị trí này dễ phát sinh sai sót khách quan. Do *QLChamThi* có cường độ giải quyết các yêu

vững, được vận hành chỉ bởi bốn vị trí chủ chốt. Hệ thống vẫn có thể hoạt động khi vắng vị trí phụ. Phân tích vị trí việc làm đã hé lộ những thông tin thú vị, cho biết những vị trí dễ mắc sai sót, vị trí giàu thông tin, vị trí chịu nhiều áp lực giải quyết yêu cầu sự vụ, và vị trí sửa chữa sai sót phát tán trong quy trình. Chi trả thù lao cho các vị trí gián tiếp như thế nào để đảm bảo sự hợp lý và công bằng đang là một vấn đề gây tranh cãi. Chúng tôi đã dùng kết quả phân tích để tính chi phí nhân công vận hành bộ quy trình. Cuối cùng, chúng tôi đề xuất một thiết kế phần mềm phù hợp với các đặc tính của bộ quy trình, giảm thiểu những sửa chữa do sai sót thiết kế.

Phân tích mạng phức hợp là một kỹ thuật mới phân tích toàn diện về các hệ thống thông tin dựa quy trình. Nó làm quy trình được hoàn thiện ngay từ lúc thiết kế, giảm thiểu chi phí sửa chữa phần mềm sau này. Có thể ứng

dùng phương pháp phân tích này để thẩm định một quy trình trước khi được tin học hóa, hoặc để tính chỉ phí nhân công vận hành quy trình đó. Kết quả phân tích quy trình là một nguồn tham khảo tin cậy cho việc quản lý quy trình và thiết kế phần mềm.

**Lời cảm ơn.** Chúng tôi trân trọng cảm ơn quỹ NCKH 2016 của Đại học Công nghiệp Hà Nội đã hỗ trợ nghiên cứu này!

## 5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tranoris, C. and K. Thramboulidis, *Integrating UML and the function block concept for the development of distributed control applications*. in *Emerging Technologies and Factory Automation, 2003. Proceedings. ETFA '03. IEEE Conference*. 2003.
2. Gilbreth, F.B. and L.M. Gilbreth, *Process Charts*. American Society of Mechanical Engineers, 1921.
3. Dijkman, R., J. Hofstetter, and J. Koehler, *Business Process Model and Notation*. Third International Workshop, BPMN 2011, Lucerne, Switzerland, November 21-22, 2011. Proceedings, 2011.
4. VAN DER AALST, W.M.P., *THE APPLICATION OF PETRI NETS TO WORKFLOW MANAGEMENT*. Journal of Circuits, Systems and Computers, 1998. **08**(01): p. 21-66.
5. Agerwala, T. and M. Flynn, *Comments on capabilities, limitations and "correctness" of Petri nets*. SIGARCH Comput. Archit. News, 1973. **2**(4): p. 81-86.
6. Ganguly, N., A. Deutsch, and A. Mukherjee, *Dynamics On and Of Complex Networks Applications to Biology, Computer Science, and the Social Sciences*. Book, 2009.
7. Tran, T.D. and Y.K. Kwon, *Hierarchical closeness efficiently predicts disease genes in a directed signaling network*. Comput Biol Chem, 2014. **53PB**: p. 191-197.
8. Tran, T.D. and Y.K. Kwon, *The relationship between modularity and robustness in signalling networks*. J R Soc Interface, 2013. **10**(88): p. 20130771.
9. T.D. Tran, C.D. Truong, and Y.K. Kwon, *MORO: a Cytoscape App for Relationship Analysis between Modularity and Robustness in Large-Scale Biological Networks* BMC Systems Biology, 2016.
10. Ibarra, H., *Network Centrality, Power, and Innovation Involvement: Determinants of Technical and Administrative Roles*. Academy of Management Journal, 1993. **Vol. 36**(No. 3): p. 471-501.
11. Marsden, P.V., *Egocentric and sociocentric measures of network centrality*. Social Networks, 2002. **24**(4): p. 407-422.
12. Freeman, L.C., *Centrality in social networks conceptual clarification*. Social Networks, 1978. **1**(3): p. 215-239.
13. Kwon, Y.J., et al., *Kinome siRNA screen identifies novel cell-type specific dengue host target genes*. Antiviral Res, 2014. **110**: p. 20-30.
14. Leicht, E.A. and M.E.J. Newman, *Community Structure in Directed Networks*. Physical Review Letters, 2008. **100**(11): p. 118703.
15. Noack, A., *Modularity clustering is force-directed layout*. Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys, 2009. **79**(2 Pt 2): p. 026102.
16. Kwon, Y.K. and K.H. Cho, *Analysis of feedback loops and robustness in network evolution based on Boolean models*. BMC Bioinformatics, 2007. **8**: p. 430.
17. Venkatesh, K.V., S. Bhartiya, and A. Ruhela, *Multiple feedback loops are key to a robust dynamic performance of tryptophan regulation in Escherichia coli*. FEBS Lett, 2004. **563**(1-3): p. 234-40.
18. Gong, Y. and Z. Zhang, *Network Robustness Due to Multiple Positive Feedback Loops: A Systematic Study of a Th Cell Differentiation Model*. Signal Transduction Insights, 2010. **2**(1997-STI-Network-Robustness-Due-to-Multiple-Positive-Feedback-Loops:-A-Systemat.pdf): p. 1-12.
19. Holme, P., *Metabolic robustness and network modularity: a model study*. PLoS One, 2011. **6**(2): p. e16605.
20. Crowston, K., et al. *Core and Periphery in Free/Libre and Open Source Software Team Communications*. in *Proceedings of the 39th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'06)*. 2006.
21. Cummings, J.N. and M.C. Higgins, *Relational instability at the network core: Support dynamics in developmental networks*. Social Networks, 2006. **28**(1): p. 38-55.
22. Bodin, Ö. and B.I. Crona, *The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference?* Global Environmental Change, 2009. **19**(3): p. 366-374.
23. Melak, T. and S. Gakkhar, *Comparative Genome and Network Centrality Analysis to Identify Drug Targets of Mycobacterium tuberculosis H37Rv*. BioMed Research International, 2015. **2015**: p. 212061.



24.     and, E.B. and H. Meyerhenke, *Approximating Betweenness Centrality in Fully-dynamic Networks*. CoRR, 2015.
25.     Kim, H., T. Park, and E. Gelenbe, *Identifying disease candidate genes via large-scale gene network analysis*. Int J Data Min Bioinform, 2014. **10**(2): p. 175-88.
26.     Brin, S. and L. Page, *The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine*, in *Seventh International World-Wide Web Conference (WWW 1998)*1998: Brisbane, Australia.
27.     Pietraszek, T. and C. Vanden Berghe, *Method for evaluating and accessing a network address*, 2012, Google Patents.
28.     Hiếu, C., *Tập đoàn, tổng công ty Nhà nước trả lương theo KPI*. Vnexpress, 2015. <http://kinhdoanh.vnexpress.net/>.