

MỘT VÀI CÂU HỎI GỢI MỞ CỦA LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN

VŨ NGỌC PHÀN

Viện Công nghệ thông tin

Abstract. The theory of control systems has achieved remarkable development stages in the last century. However, it remains many not yet answered questions which are challenging the control engineers. These problems can be observed in two features: how to analyze control mechanics existing in the nature and how to apply them to technological systems. The purpose of this paper is to explain some attractive issues of the control theory as the material for discussing and to give a brief solution suggestion where it is possible.

Tóm tắt. Điều khiển tự động đã có những bước phát triển kỳ diệu trong suốt thế kỷ qua. Mặc dầu vậy còn nhiều câu hỏi đặt ra cho lý thuyết điều khiển ở hai góc độ : giải thích các cơ chế điều khiển trong tự nhiên và vận dụng các cơ chế điều khiển của tự nhiên vào kỹ thuật. Trong bài này một số câu hỏi gợi mở được nêu ra để thảo luận. Trong trường hợp có thể sẽ đề xuất hướng giải quyết.

1. MỞ ĐẦU

Trong lý thuyết điều khiển, người ta thường đề cập đến các vấn đề sau đây:

+ *Các vấn đề điều chỉnh (regulation)*: Một hay một vài đại lượng nào đấy của hệ thống động lực, thường là đầu ra (output), được duy trì tại giá trị không đổi trong khi chúng luôn bị thay đổi do những tác động nội tại hoặc từ bên ngoài. Quá trình này được thực hiện nhờ thay đổi một hoặc một vài tham số đầu vào (input) theo một nguyên tắc nào đấy. Thí dụ điển hình của vấn đề điều chỉnh trong kỹ thuật là điều chỉnh vận tốc động cơ điện một chiều thông qua điện áp, điều chỉnh vận tốc động cơ điện xoay chiều thông qua tần số nguồn nuôi. Trong sinh học, đó là vấn đề điều chỉnh lượng ôxi trong máu thông qua hệ thống hô hấp. Trong kinh tế, đó là vấn đề điều chỉnh giá một mặt hàng thiết yếu thông qua các biện pháp điều tiết cung cầu.

+ *Các vấn đề điều khiển điểm cuối (end point control)*: Chúng ta có một hệ thống động lực với đầu vào, đầu ra và một tập các quỹ đạo đặc trưng hành trạng của hệ. Trong trường hợp này, hệ thống đi theo quỹ đạo nào không phải là điều quan trọng. Điều cần quan tâm là làm thế nào đưa hệ thống về một điểm mong muốn (desired end point). Thí dụ đặc trưng cho vấn đề này là điều khiển phản ứng hóa học trong công nghiệp hóa chất để thu được sản phẩm mong muốn, điều khiển chùm tia điện tử hoặc tia lade để chúng đập vào các điểm cho trước, điều khiển đưa vệ tinh vào quỹ đạo đã định.

+ *Các vấn đề điều khiển bám (servo control)*: Cũng giống như trên kia, chúng ta có một hệ thống động lực với đầu vào, đầu ra và một tập các quỹ đạo đặc trưng hành trạng của hệ. Tuy nhiên trong trường hợp này nhiệm vụ của điều khiển là làm sao cho hệ thống luôn luôn

bám theo một quỹ đạo cho trước. Những thí dụ đặc trưng của vấn đề này là điều khiển dây chuyền cán thép, điều khiển đầu bút của một máy vẽ, điều khiển tên lửa bám theo máy bay của đối phương, điều khiển tàu vận tải bám theo trạm vũ trụ...

+ *Các vấn đề điều khiển lặp (repetitive mode control)*: Cho một hệ thống động lực với đầu vào, đầu ra và một tập các quỹ đạo đặc trưng hành trạng của hệ. Trong trường hợp này, một quỹ đạo của hệ được chọn và phải lặp lại thành chu kỳ với độ chính xác cao. Thí dụ điển hình của vấn đề này là điều khiển chu trình nén, phát hoả và xả khí trong động cơ di-ê-zen, quá trình điều khiển nhịp tim và tuần hoàn máu...

Trong suốt thế kỷ 20, rất nhiều lý thuyết và công nghệ đã được đề xuất để giải quyết các vấn đề điều khiển nêu trên. Ở góc độ lý thuyết, nhiều cách tiếp cận để giải quyết vấn đề điều khiển đã được phát triển như điều khiển tối ưu, điều khiển bền vững, điều khiển tự thích nghi, điều khiển mờ... [3, 10, 11]. Mục đích của bài này không phải nhằm tổng kết và hệ thống hóa các kết quả của lý thuyết điều khiển. Mục đích của bài này chỉ đơn thuần nêu ra một số vấn đề xuất hiện ở chỗ này chỗ kia mà lý thuyết điều khiển chưa giải quyết được một cách hoàn toàn thỏa mãn.

2. VẤN ĐỀ ĐIỀU CHỈNH

Xét hệ thống tuyến tính mô tả bởi

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx \end{aligned} \quad (2.1)$$

Giả sử cần duy trì đầu ra với giá trị y_0 . Ở trạng thái dừng ta có

$$y = -CA^{-1}Bu = y_0 \quad (2.2)$$

Từ (2.2) rút ra

$$u = [-CA^{-1}B]^{-1}y_0 \quad (2.3)$$

Các biểu thức (2.2) và (2.3) chỉ có ý nghĩa toán học khi A không suy biến và ma trận $[-CA^{-1}B]$ không suy biến. Trạng thái dừng chỉ có thể đạt được khi các giá trị riêng của A nằm ở nửa mặt phẳng trái, ngay cả khi $\dim u = \dim y = 1$. Điều này rất ít khi xảy ra trên thực tế. Để vượt qua cản trở này, người ta dùng phản hồi để thay đổi cấu trúc hệ thống. Phản hồi đơn giản nhất là thay thế u bằng $(u - Ky)$ với ma trận phản hồi hằng số K . Khi đó hệ thống vòng kín sẽ có dạng

$$\begin{aligned} \dot{x} &= (A - BKC)x + Bu \\ y &= Cx \end{aligned} \quad (2.4)$$

Mục đích của phản hồi là làm thay đổi vị trí của các giá trị riêng của ma trận hệ thống và qua đó duy trì tính ổn định. Giả sử hệ thống có p đầu vào và q đầu ra và phải chọn ma trận K sao cho hệ thống có $n = p.q$ giá trị riêng $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$. Điều kiện cần để tìm K là

$$\det \begin{bmatrix} C(\lambda_i I - A)^{-1}B & -I \\ I & K \end{bmatrix} = 0 \text{ với } i = 1, 2, \dots, n \quad (2.5)$$

Schubert đã chứng minh rằng phương trình định thức (2.5) tổng quát có

$$\frac{1!2!\dots p!}{(n-p)!n!} \quad (2.6)$$

lời giải. Trong thực tế ứng dụng từ trước đến nay người ta thường chọn K sao cho $(A-BKC)$ là một ma trận đường chéo hoặc là một ma trận có đường chéo trội. Nếu chỉ quan tâm đến tính ổn định của hệ thống thì cách làm trên là mỹ mãn. Tuy nhiên có thể thấy rằng, với K khác nhau các hệ thống thu được chỉ tương đương về tính chất chứ không tương đương về kết cấu. Đối với các hệ thống đơn giản thì điều này không làm ta bận tâm. Nhưng với các hệ thống đủ lớn, kết cấu hệ thống khác nhau sẽ liên quan đến hàng loạt các vấn đề khác như độ tin cậy, khả năng bảo toàn khi có sự cố, tính kinh tế và tính tiện lợi cho con người khi vận hành, bảo dưỡng... Xét như vậy thì rõ ràng câu hỏi phải chọn K như thế nào còn phải cần nhiều đầu tư nghiên cứu nữa.

3. CHIẾN LƯỢC ĐIỀU KHIỂN VÀ HÌNH THỨC THỂ HIỆN

Khi xây dựng các hệ thống điều khiển chúng ta phải giải quyết hai vấn đề: tìm chiến lược hay luật điều khiển thích hợp và thể hiện luật điều khiển đó qua các thiết bị như đầu đo, máy tính, cơ cấu chấp hành... Trong nhiều trường hợp, người ta quyết định ngay từ đầu là dùng các bộ điều khiển PI hay PID với các công nghệ phần cứng xác định như thủy khí, thủy lực, điện tử rời rạc, LSI, PLC... Điều này trái ngược với hình thức tiến hóa của thế giới sinh vật. Ở đó luật điều khiển và hình thức thể hiện gắn chặt hoàn toàn với nhau. Trong quá trình tiến hoá, các cơ thể sống luôn luôn tối ưu hóa đồng thời việc chọn chiến lược điều khiển và hình thức thể hiện chiến lược điều khiển đó. Như đã biết, bán cầu đại não chia ra những vùng quản lý các chức năng khác nhau. Trong nhiều thập kỷ người ta đã nghĩ rằng các chức năng này hình thành dưới dạng giống như các sơ đồ lưới trên vỏ não. Việc nghiên cứu các sơ đồ lưới này có thể giúp ta hiểu sâu sắc hơn quá trình điều khiển xảy ra trong hệ thần kinh. Tuy nhiên các kết quả thực nghiệm cho thấy rằng, không có một dạng sơ đồ lưới như vậy. Trái lại, quá trình điều khiển xảy ra trên các cơ thể sống diễn ra mềm dẻo hơn rất nhiều. Số lượng tế bào thần kinh thuộc vùng dành cho mỗi chức năng riêng biệt của cơ thể phụ thuộc vào chức năng đó đã được sử dụng như thế nào trước đó và số lượng này tăng lên hay giảm đi theo thời gian tính bằng tuần, thậm chí bằng ngày.

Khi thể hiện một chiến lược điều khiển, những nhà kỹ thuật thường đưa ra các tiêu chí cho từng loại thiết bị. Với đầu đo người ta thường quan tâm đến thang đo, độ chính xác và tốc độ lấy mẫu. Đối với các kênh truyền tin và truyền tín hiệu thì thông lượng và khả năng loại nhiễu là quan trọng hơn. Đối với cơ cấu chấp hành cần phải lưu ý trước tiên đến công năng, tốc độ và tính điều khiển được. Đối với thiết bị xử lý, tốc độ tính toán và khả năng tìm kiếm dữ liệu được đặt lên hàng đầu. Nhìn vào các liệt kê trên đây ta thấy, với cùng một đối tượng điều khiển, mức độ chi phí để thể hiện một chiến lược điều khiển phụ thuộc nhiều vào công nghệ chế tạo thiết bị. Đối với các vấn đề điều khiển có qui mô lớn, chi phí để thể hiện một chiến lược điều khiển có thể rất lớn và không thể chấp nhận được nếu xét theo quan điểm hiệu quả. Nhiều vấn đề điều khiển như: điều khiển từ xa các vật bay bằng tín hiệu vô tuyến, điều khiển duy trì kết nối các thuê bao trên các mạng viễn thông di động, điều khiển mức độ dự trữ tiền tệ của quốc gia bằng cơ chế chuyển dịch tài chính v...v đã chỉ ra sự cần thiết một cách tiếp cận mới của lý thuyết điều khiển nếu vừa muốn đảm bảo chất lượng của hệ thống, vừa đạt được tính hiệu quả kinh tế cao.

Chúng ta có thể chỉ ra rằng hoàn toàn có thể đạt được mục tiêu trên. Nếu để ý ta thấy hầu hết các tiêu chí liệt kê trên kia liên quan trực tiếp đến sự thay đổi tác động điều khiển, cách thức không có gì lạ đối với lý thuyết điều khiển, chỉ có điều nó chưa được quan tâm đúng mức. Nhận xét trên đây dẫn ta đến ý tưởng về việc đưa ra một chỉ số gọi là *chỉ số thể hiện* (implementation indicator) và xây dựng một hàm mục tiêu mới cho vấn đề xây dựng chiến lược điều khiển. Chiến lược điều khiển sẽ được thay đổi từ mức đơn giản nhất đến mức phức tạp cần thiết. Mức đơn giản nhất là mức điều khiển vòng hở, không cần đầu đo, không cần thiết bị tính toán và phương tiện truyền tín hiệu. Sự thay đổi chiến lược điều khiển có thể được diễn tả bằng phiếm hàm có dạng

$$\eta = \int_0^T \int_X L\left(\frac{\partial u}{\partial t}, \frac{\partial u}{\partial x}\right) dx dt \quad (3.1)$$

Trong phiếm hàm (3.1) thành phần $\frac{\partial u}{\partial t}$ có thể xem như là thước đo mức độ tham gia của điều khiển vòng hở trong khi thành phần $\frac{\partial u}{\partial x}$ là thước đo mức độ tham gia của điều khiển vòng kín. Giả sử đối tượng điều khiển được diễn tả bởi phương trình vi phân trạng thái $\frac{dx}{dt} = f(x, u)$, đầu ra $y = h(x)$ và điều kiện ban đầu được cho thông qua hàm mật độ $p(x)$. Khi đó diễn tả đầy đủ của vấn đề tối ưu hóa sẽ bao hàm thành phần của chỉ số thể hiện

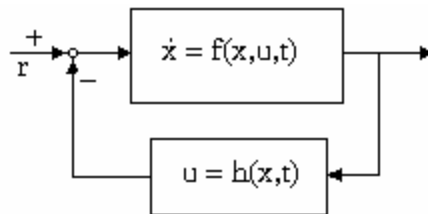
$$\eta = \int_0^T \int_X \left[L(x, u)p(t, x) + \alpha \left(\frac{\partial u}{\partial t}\right)^2 + \beta \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 \right] dx dt \quad (3.2)$$

$$\frac{\partial p(t, x)}{\partial t} = \sum \frac{\partial p(t, x)}{\partial x_i} f_i(x, u); \quad p(0, x) = p_0(x) \quad (3.3)$$

Hàm mục tiêu trên đây cung cấp phương pháp lựa chọn chiến lược điều khiển gắn liền với chi phí thể hiện chiến lược điều khiển đó. Các hệ số α và β xem như là sự mở rộng hay trọng số của tác động vòng hở và tác động vòng kín. Dĩ nhiên là bài toán tối ưu phiếm hàm (3.2) với ràng buộc (3.3) phức tạp hơn nhiều so với cách đặt vấn đề trước đây. Với khả năng của các máy tính hiện nay và phương pháp xử lý song song, độ phức tạp của bài toán không phải là điều cần quan tâm số một. Quan trọng, đây là những ý tưởng ban đầu về việc gắn kết chiến lược điều khiển và chi phí thể hiện vào chung một bài toán.

4. HỖN LOẠN VÀ KHẢ NĂNG LỢI DỤNG HỖN LOẠN

Trước hết chúng ta nhắc lại khái niệm hỗn loạn thông qua một thí dụ cụ thể.



Hình 4.1. Hệ điều khiển phi tuyến

Hình 4.1 diễn tả một hệ thống điều khiển phi tuyến với phản hồi trạng thái. Ở đây $x \in R^n$ là véc tơ trạng thái, $u \in R^p$ là véc tơ đầu vào, $r \in R^q$ là đại lượng chỉ dẫn. Giả sử luật điều khiển được cho bởi $u(t) = h(x)$ và ta đặt $r = 0$. Khi đó hệ thống điều khiển đã cho có thể được diễn tả bởi phương trình vi phân

$$\frac{dx}{dt} = f(x, h(x, t), t) = f(x, t) \quad (4.1)$$

Điều khiển $u(t)$ được tìm sao cho hệ thống vòng kín ổn định và một chỉ tiêu chất lượng nào đó được thỏa mãn với điều kiện ban đầu x_0 cho trước. Thí dụ cho hệ thống phi tuyến hai đầu vào một đầu ra diễn tả bởi phương trình trạng thái

$$\frac{dx_1}{dt} = 13.5(x_2 - x_1) + 2.5 + u_1 \quad (4.2)$$

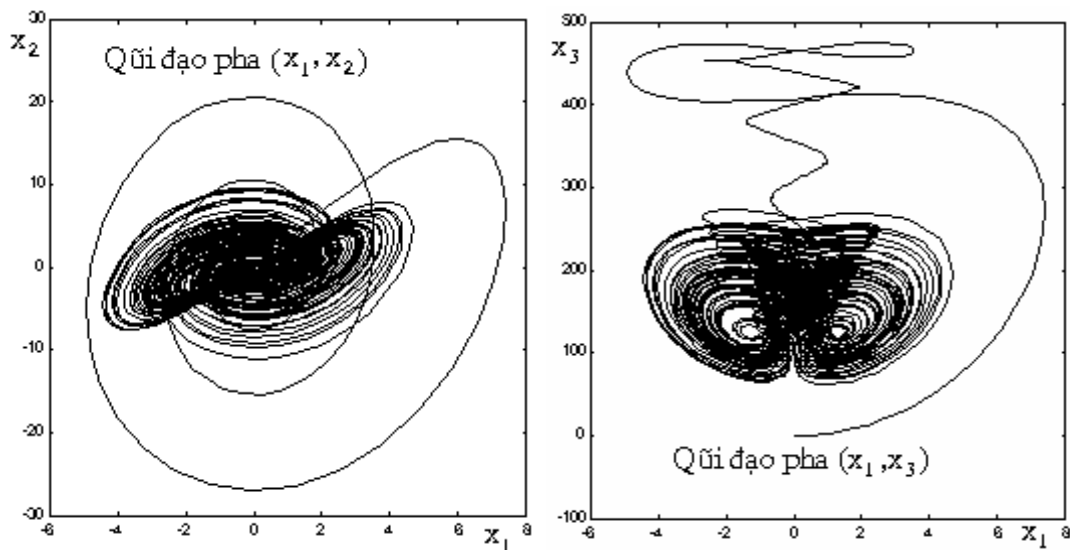
$$\frac{dx_2}{dt} = 123x_1 - 0.8x_2 - x_1x_3 \quad (4.3)$$

$$\frac{dx_3}{dt} = x_1x_2 - 2.7x_3 - 3.8x_1(1 - 51.8x_1) + u_2 \quad (4.4)$$

trong đó $x(t) = [x_1(t), x_2(t), x_3(t)]$ là véc tơ trạng thái, $u(t) = [u_1(t), u_2(t)]$ là véc tơ đầu vào. Đại lượng đầu ra có dạng

$$y(t) = 145.9x_1^2 - 2.81x_1 - 2x_3 \quad (4.5)$$

Hệ thống đã cho với trạng thái ban đầu $x_1(0) = x_2(0) = x_3(0) = 0$ và đầu vào $u_1(t) = u_2(t) = 0$ có không gian pha diễn tả trong hình 4.2.



Hình 4.2. Quỹ đạo pha của hệ thống hỗn loạn

Hệ thống với quỹ đạo pha như trong hình 4.2 gọi là hệ thống hỗn loạn [2]. Bằng các điều khiển thích hợp (vòng hở hoặc vòng kín) ta hoàn toàn có thể đưa hệ thống từ trạng thái hỗn loạn về một dạng ổn định nào đó [5, 7, 12]. Câu hỏi đặt ra ở đây là có thể lợi dụng tính hỗn loạn hay không và làm cách nào lợi dụng được. Đã có những nghiên cứu ứng dụng hỗn loạn trong kinh tế cũng như kỹ thuật với những kết quả rất đáng trân trọng [4, 6, 8, 9]. Chúng ta

quan tâm đến vấn đề lợi dụng tính hỗn loạn theo một cách tiếp cận khác được làm sáng tỏ sau đây.

Như ta thấy, các hệ thống động lực có tính hỗn loạn là những hệ thống siêu nhạy cảm với các biến đổi tham số, với điều kiện ban đầu và với tác động đầu vào. Chỉ cần một thay đổi đầu vào rất nhỏ có thể gây ra một sự thay đổi rất lớn theo hiệu ứng cánh bướm (butterfly effect) nổi tiếng do E.N. Lorentz tìm ra. Điều này chỉ ra khả năng chỉ dùng một năng lượng (hay chi phí) nhỏ có thể tạo ra một biến đổi lớn trên hệ thống. Tuy nhiên hỗn loạn thì không kiểm soát được và do vậy nếu chỉ dừng lại ở đó thì vấn đề không có ý nghĩa thực tế. Chúng ta hình dung một phương pháp điều khiển hai bước như sau:

- + Từ một hệ động lực phi tuyến ban đầu không có tính hỗn loạn, thông qua một điều khiển thích hợp để chuyển nó thành một hệ thống phi tuyến có tính hỗn loạn.
- + Quan sát các trạng thái hỗn loạn của hệ thống dọc quỹ đạo không tuần hoàn. Khi phát hiện hệ thống bất ngờ rơi vào vùng trạng thái mong muốn, dùng một điều khiển thứ hai để chuyển hệ hỗn loạn thành hệ không hỗn loạn và giữ hệ thống trong vùng trạng thái mong muốn đó.

Bước một có thể thực hiện không mấy khó khăn. Khó khăn rất lớn khi thực hiện bước thứ hai. Hệ thống hỗn loạn rất nhạy cảm với trạng thái ban đầu. Bài toán điều khiển ở bước thứ hai là bài toán điều khiển với điều kiện ban đầu là trạng thái ta quan sát được. Nếu tiến hành điều khiển chậm hơn (dù một lượng rất nhỏ) so với thời điểm quan sát thì coi như điều kiện ban đầu đã thay đổi và kết quả sẽ không như ta muốn. Đối với các hệ thống hỗn loạn chúng ta cũng khó có thể ước lượng trạng thái hay quỹ đạo của nó trước một thời gian mong muốn [12]. Làm thế nào để có thể thực hiện điều khiển thích hợp lên hệ thống một cách gần như tức thời? Trong trường hợp các hệ thống biến đổi nhanh thì câu hỏi này quả là một thách thức đối với các nhà điều khiển. Tuy nhiên chúng ta hy vọng có thể có cách thực hiện ý tưởng điều khiển hai bước lợi dụng hỗn loạn vào các hệ thống phi tuyến biến đổi tương đối chậm. Năm 1987 Belbruno đã đề xuất việc tìm kiếm các quỹ đạo tốn ít năng lượng cho các chuyến bay lên mặt trăng. Ý tưởng này hiện đang được các dự án thám hiểm vũ trụ quan tâm vì năng lượng để vượt ra khỏi sức hút của trái đất và thái dương hệ là vô cùng lớn.

5. CƠ CHẾ ĐIỀU KHIỂN TRONG CÁC CƠ THỂ SỐNG

Trong tác phẩm tiên phong về điều khiển học, Ross Ashby [1] đã trình bày rất rõ tính thống nhất của nguyên lý điều khiển trong các hệ thống khác nhau. Những ý tưởng của ông đã tác động mạnh mẽ đến việc vận dụng cách nhìn kỹ thuật vào sinh học và cách nhìn sinh học vào kỹ thuật. Trong khuôn khổ của sinh học tế bào, nhiều kết quả đã nhanh chóng thu được nhờ quan điểm điều khiển học, nghĩa là xem tế bào như những đơn vị chức năng với các đầu vào và đầu ra thay vì phương pháp kinh điển xem tế bào qua một chuỗi những phản ứng sinh hoá. Ngược lại, kỹ thuật cũng đã thu được những kết quả đáng khâm phục nhờ phỏng sinh học như xử lý mờ, mạng nơron... Tuy vậy còn rất nhiều câu hỏi chưa có câu trả lời. Dưới đây là hai trong số những câu hỏi đó.

Do có những biến đổi trong môi trường mà ở đó các cơ thể sống sinh ra và lớn lên, các nguồn dinh dưỡng được phân bố theo những cơ chế điều chỉnh nhằm tạo khả năng duy trì điều kiện thích hợp cho quá trình trao đổi chất. Các nhà nghiên cứu đã khám phá ra nhiều

cơ chế điều chỉnh ở sinh vật. Một trong những khám phá nổi bật là cơ chế bao gồm hai quá trình liên tục và rời rạc xảy ra đồng thời. Hơn nữa thế kỷ qua, nhiều cơ chế điều khiển của kỹ thuật đã được sử dụng để diễn tả những biểu hiện của sinh lý học như cơ chế điều khiển nhiệt độ, điều khiển huyết áp, điều khiển nhịp thở... Nhưng ở mức độ tế bào đơn lẻ, vấn đề không đơn giản như vậy. Khi tế bào tiến hành tổng hợp một prôtêin cần thiết cho sự tồn tại và nhân đôi của nó, bước cơ bản đầu tiên là sao chép những thông tin từ chuỗi ADN. Quá trình sao chép này diễn ra tương tự như quá trình đọc bộ nhớ ROM hay ổ đĩa cứng ở máy tính. Đó là quá trình rời rạc. Trong khi đó, quyết định tổng hợp loại prôtêin nào không chỉ phụ thuộc vào thông tin ADN mà còn phụ thuộc vào môi trường sinh hóa đặc trưng bởi nồng độ các prôtêin và dịch bào. Đó là quá trình liên tục. Nói tóm lại, các quá trình xảy ra trong một tế bào bao gồm cả hai tính chất liên tục và rời rạc. Vấn đề gây nhiều tranh luận là có hay không một đồng hồ nhịp theo đúng nghĩa của nó. Nếu có thì nó phải đủ đơn giản để có thể tồn tại trong kích thước một tế bào. Hơn nữa nó điều khiển các quá trình sơ cấp xảy ra ở mức độ tế bào nên nó phải tiêu thụ rất ít năng lượng. Đồng hồ nhịp này cũng phải đủ chính xác để làm cơ sở cho việc đồng bộ các quá trình liên quan với nhau. Một mô hình hệ hybrid dạng

$$\frac{dx}{dt} = f(x(t), u(t), z[p]) \quad (5.1)$$

$$y(t) = g(x(t), z[p]) \quad (5.2)$$

$$\frac{dp}{dt} = h(u(t), y(t), z[p]) \quad (5.3)$$

$$z[p] = f(z[p], y(t), y(t)) \quad (5.4)$$

là quá thô để có thể mô tả quá trình xảy ra ở mức tế bào. Người ta giả thiết rằng, có một cơ chế thời gian rất bền vững được xây dựng từ một số rất ít phân tử mà sự sao chép thông tin từ ADN chỉ là một phần của chu kỳ thời gian. Có thể ở mức tế bào có một kết cấu hy-brid rất đặc biệt mà đến nay chúng ta chưa khám phá ra. Kết cấu hy-brid này cho phép đạt được độ chính xác và độ bền vững rất cao mà những hệ hy-brid trong kỹ thuật hiện nay chưa đạt được hoặc không thể đạt được.

Một câu hỏi nữa đang thu hút sự quan tâm không chỉ của giới sinh học mà của cả giới điều khiển học và triết học. Đó là, tinh thần điều khiển cơ thể (vật chất) như thế nào. Cơ chế điều khiển chuyển động của con mắt đã được nghiên cứu nhiều năm nay nhưng vẫn chứa đầy bí ẩn. Trung tâm của những khó khăn nằm ở chỗ, chuyển động của con mắt là một hoạt động bậc cao, là một quá trình điều khiển liên hợp của nhiều quyết định khác nhau. Có thể tưởng tượng ở con mắt tồn tại một mạng đủ giàu các cảm biến. Thông tin do các cảm biến này tạo thành một trường véc tơ dữ liệu. Não bộ xử lý trường véc tơ dữ liệu này theo một cách nào đó và đưa ra quyết định điều khiển. Nhưng mọi người đều biết, khi dùng ngón tay chỉ vào mắt thì con mắt khép lại rất nhanh đến mức não bộ không hề nhận ra chuyển động đó. Cái gì giữ vai trò chọn lựa phương thức điều khiển và quá trình này xảy ra như thế nào. Vấn đề này ít nhiều liên quan đến vấn đề chiến lược điều khiển và phương thức thể hiện đã trình bày trong phần 3 của bài này.

6. KẾT LUẬN

J. L. Casti đã xếp điều khiển là một trong năm luật quý hơn vàng (five more golden rules) mà con người đã khám phá ra trong thế kỷ 20. Thật khó tìm ra những sản phẩm xung quanh ta mà ở đó không có dấu ấn của điều khiển. Ảnh hưởng của lý thuyết điều khiển không dừng lại ở các lĩnh vực kỹ thuật và công nghệ mà lan rộng ra nhiều lĩnh vực khác. Tuy bài báo này mới chỉ trình bày một số rất ít ỏi các câu hỏi gợi mở nhưng cũng đủ cho thấy thách thức tiềm tàng đối với lý thuyết điều khiển và những lợi ích to lớn mà nó đem lại nếu các vấn đề trên được giải quyết.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R. Ashby, *Cybernetics*, Academic Press, 1959.
- [2] G.L. Baker, J.P. Gollub, *Chaotic Dynamics, An Introduction*, Cambridge University Press, 1990.
- [3] F. Csáki, *Modern Control Theory*, Acad. Publisher, Budapest, 1972.
- [4] H. Leung, System identification using chaos with application to equalization of a chaotic modulation system, *IEEE Transaction on Circuits and Systems*, **45** (3) (1998) 314–320.
- [5] A. Loria, E. Panteley, H. Nijmeijer, Control of the Chaotic Equation with Uncertainty in all Parameters, *IEEE Transaction on Circuits and Systems*, **45** (12) (1998) 1252–1255.
- [6] C.F. Moon, *Chaotic Vibrations, An Introduction for Applied Scientists and Engineers*, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore 1987.
- [7] K.N. Srivastava, S.C. Srivastava, Elimination of dynamical bifurcation and chaos in power systems using facts devices, *IEEE Transaction on Circuits and Systems*, **45** (1) (1998) 72–78.
- [8] H. Torikai, Synchronization of chaos and its itinerancy from a network by occasional linear connection, *IEEE Transaction on Circuits and Systems*, **45** (4) (1998) 464–472.
- [9] R. Trippe, *Chaos and Nonlinear Dynamics in the Financial Markets*, McGraw Hill, Irwin Publishing Co. 1995.
- [10] Vũ Ngọc Phan, Tính bền vững của các hệ điều khiển nhiều đầu vào nhiều đầu ra, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học*, **12** (1) (1996) 57–64.
- [11] Vũ Ngọc Phan, Điều khiển bền vững hệ MIMO với bất định đầu vào, *Tạp chí Tin học và Điều khiển học*, **12** (3) (1996) 35–46.
- [12] Vũ Ngọc Phan, Điều khiển và nhận dạng các hệ thống phi tuyến có đặc tính hỗn loạn, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, **40** (Số ĐB) (2002) 72–85.

Nhận bài ngày 24 - 10 - 2003