

MÔ HÌNH ĐA TÁC TỬ VÀ ỨNG DỤNG VÀO BÀI TOÁN DỰ BÁO

ĐÀO VĂN TUYẾT, TRẦN VĂN LĂNG

Phân viện Công nghệ Thông tin Tp. Hồ Chí Minh

Abstract. In this paper we investigate the multiagent model of a foreign exchange market based on the Genetic Algorithms - GAs, by considering the market in economic as the multiagent system. Approaching the evolutionary economic, allows us to study many economic theory such as comparative advantage of Ricardo in international economic, Markovic model in portfolio theory,... Furthermore, by associating the field data with multiagent model we are also allowed to interpret the relationship between micro and macro level of the market. The previous conventional economic model avoided but consider it by using the Rational Expected Hypothesis - REH. This paper is divided into three parts: first part: overview on the models base on the REH and the limitations which should be overcome; The second part, relates to the hypothesis in order to build the artificial market; Third part: the framework of the predictive model of the exchange rate will be described.

Tóm tắt. Trong bài báo này chúng tôi khảo sát mô hình đa tác tử (multiagent) của một thị trường ngoại hối dựa trên thuật giải di truyền (Genetic Algorithms - GA) bằng cách xem thị trường như một hệ thống đa tác tử. Với cách tiếp cận kinh tế tiến hóa có thể cho phép nghiên cứu các học thuyết kinh tế như học thuyết lợi thế so sánh của Ricardo trong ngoại thương, mô hình Markovic trong lý thuyết portfolio. Ngoài ra, bằng cách kết hợp dữ liệu khảo sát thực tế (field data) với mô hình đa tác tử cũng cho phép giải thích được mối quan hệ vi mô và vĩ mô trong thị trường. Mối quan hệ này trước đây các mô hình kinh tế truyền thống thường né tránh mà sử dụng các giả thuyết mong đợi duy lý (Rational Expected Hypothesis - REH). Bài báo được trình bày trong ba phần: Phần 1, tổng quan các mô hình dựa trên giả thuyết REH và các hạn chế cần khắc phục; Phần 2, đề cập giả thuyết để xây dựng thị trường nhân tạo; Phần 3, cấu trúc chính của mô hình dự báo tỷ giá hối đoái.

1. GIỚI THIỆU

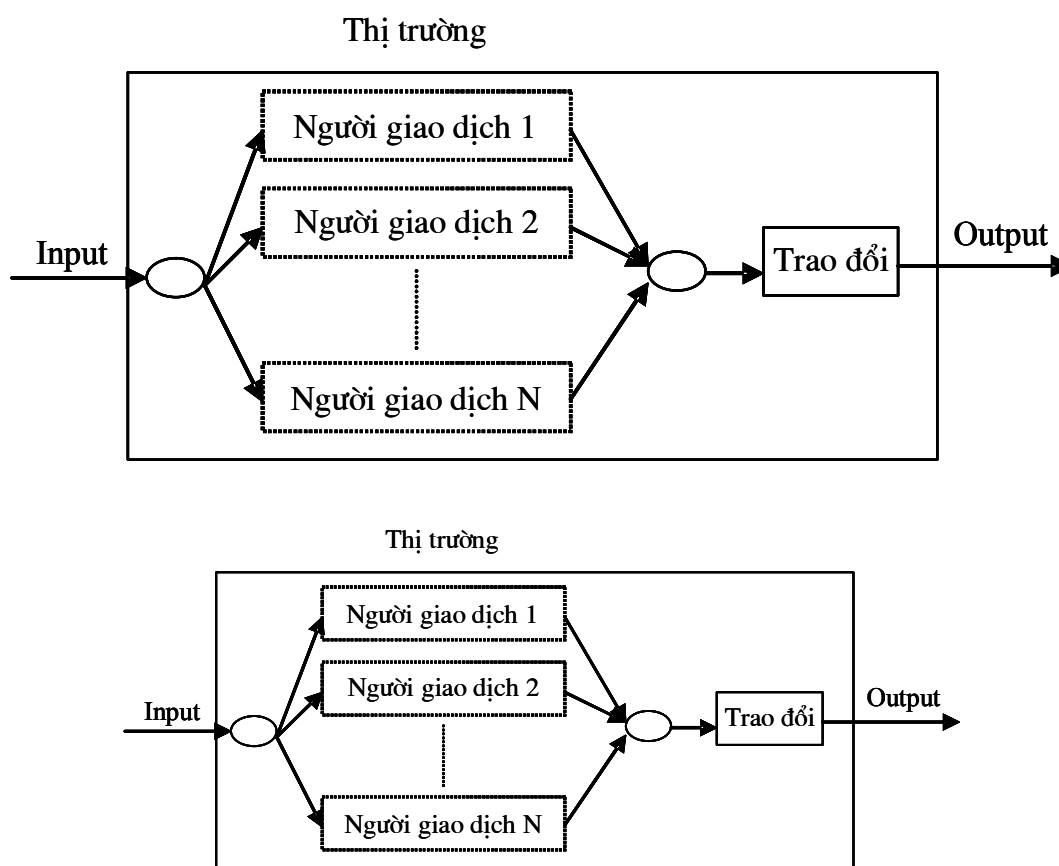
Trong các phân tích kinh tế gần đây người ta coi khía cạnh tâm lý hay hành vi ứng xử của các hiện tượng kinh tế đã được thừa nhận là những khía cạnh quan trọng. Bởi vì những bấp bênh kinh tế và sụp đổ của chúng xảy ra ở một số nước đã vượt ra ngoài tầm dự báo. Chẳng hạn, các tiên lượng do ảnh hưởng “lôi cuốn theo” có thể được kể là một trong những nguyên nhân quan trọng làm bấp bênh tỷ giá. Những hiện tượng này chứng tỏ rằng các tác tử không thực hiện dự báo một cách độc lập, mà tương tác lẫn nhau. Bằng các giả thuyết mạnh, REH bỏ qua các đặc trưng này để không phải mô tả các hành vi thích ứng của các tác tử. Tuy nhiên một số kiểm tra thực nghiệm gần đây đã phát hiện rằng các mô hình REH không theo sát các hiện tượng thực tế. Để thiết lập được mối liên kết giữa vi mô và vĩ mô, một số cách tiếp cận khác nhau đã được đề nghị, trong số đó, có cách tiếp cận mô hình đa tác tử ([1]). Các công trình trước đây theo cách tiếp cận này, các nhà nghiên cứu đã tạo ra

các mô hình thị trường với các tác tử thích nghi nhân tạo và tiến hành các mô phỏng trên máy tính (hình 1). Kế đó họ phân tích các động thái của mô hình thị trường và dùng các kết quả của việc phân tích để hiểu được thị trường thực.

Tiếp cận trên xuất phát từ nghiên cứu đời sống nhân tạo (artificial life) và nghiên cứu xã hội nhân tạo (artificial social), kết hợp các mức vi mô với vĩ mô. Nhiều hiện tượng và mẫu hành vi tại mức vĩ mô được làm nổi rõ nét lên (emergence) từ sự tương tác giữa các quy luật cơ bản tại mức vi mô. Nói cách khác, các nhà nghiên cứu cố gắng giải thích mối quan hệ giữa các cấp vi mô và vĩ mô bằng lý thuyết tự tổ chức (self-organization theory).

Cấu trúc mô hình đa tác tử tuân theo nguyên tắc sau: khi các đặc tả vi mô khởi tạo cho trước (các tác tử khởi tạo, môi trường và các luật) đủ để “sinh ra” cấu trúc vĩ mô, thì cấu trúc vĩ mô sẽ được “giải thích” bằng đặc tả vi mô cho trước sinh ra nó.

Các thành phần vi mô của mô hình là các quy tắc quyết định của các tác tử, và cấu trúc vĩ mô của điều quan tâm là các động thái của hiện tượng kinh tế cần khảo sát. Tương tác giữa các thành phần vi mô là sự tương tác học tập (interaction of learning). Mục đích của các mô hình đa tác tử là sinh ra các động thái từ sự tương tác giữa các thành phần vi mô.



Hình 1. Tổng quan về nghiên cứu thị trường hồi đoái

Chúng tôi có hai nhận xét:

Thứ nhất: các mô hình đa tác tử trước đây chủ yếu xử lý sự thích nghi tại quá trình hoạch

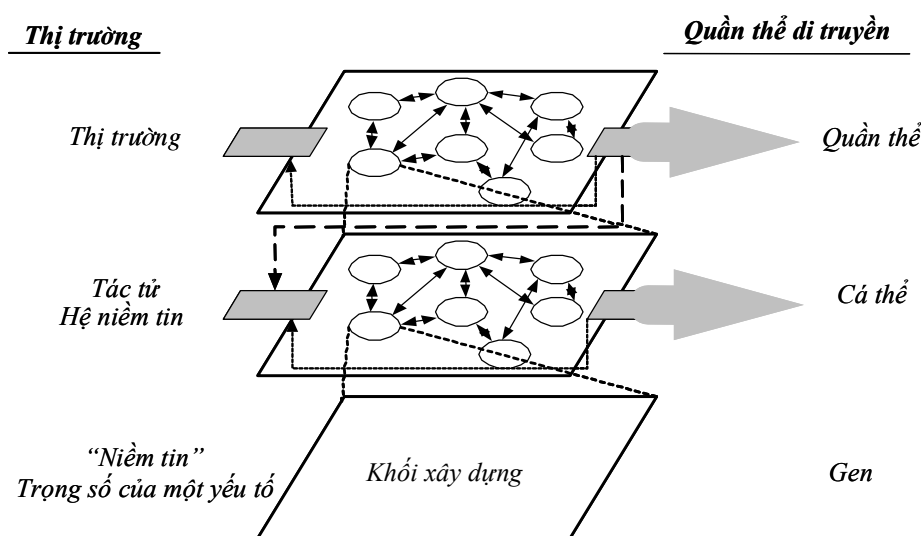
định chiến lược, và như thế nó giống như các quá trình xử lý trong nghiên cứu lý thuyết trò chơi. Gần đây, các nghiên cứu khẳng định được sự phát triển của các mô hình có nhớ, mà các tác tử thực được gắn tương ứng với sự thích nghi của quá trình dự báo hơn là quá trình hoạch định chiến lược.

Thứ hai: các nghiên cứu trước đây chỉ dùng các yếu tố xu thế (trend factors) và chưa dùng chuỗi dữ liệu thực tế biểu diễn các yếu tố cơ sở của môi trường kinh tế và các yếu tố liên quan đến chính sách, bởi vì các tác tử không tính đến các cấu trúc kinh tế. Do đó, chưa có thể khảo sát đầy đủ các động thái của tỷ giá thực một cách định lượng.

Để có thể khắc phục những vấn đề kể trên, trong bài báo này chúng tôi đề nghị một cách tiếp cận mới - tiếp cận thị trường nhân tạo (artificial market) - để nghiên cứu thị trường ngoại hối. Tiếp cận thị trường nhân tạo kết hợp dữ liệu khảo sát thực tế với mô hình đa tác tử nhằm giải thích mối quan hệ vi mô và vĩ mô trong thị trường. Phần kế tiếp để đi tìm thuật giải học thích hợp cho sự mô tả khái niệm thích nghi của tác tử, chúng ta sẽ quan sát các đặc trưng chính của thị trường thực thông qua các báo cáo ngân hàng và phòng vấn giao dịch viên.

Một giả thuyết được gợi ý từ cách nhìn dựa trên sự tương tự giữa thị trường thực và di truyền sinh học.

2. SỰ TƯƠNG TỰ GIỮA THỊ TRƯỜNG HỌC VÀ DI TRUYỀN HỌC



Hệ thống ở mức thấp hơn là thành phần của hệ thống ở mức cao nhất.

Hình 2. Sự phù hợp giữa hệ thống thị trường hối đoái và giải thuật di truyền

Các niềm tin về các yếu tố được xét như là những khối xây dựng của một mô hình tỷ giá hối đoái, chúng có một số đặc trưng quan trọng sau:

1. Là các bản sao: chúng được sao chép hay được chuyển đến bởi các tác tử khác với mức độ tái sinh nào đó.
2. Là các thành tố chỉ thị: chúng tổ chức hệ thống niềm tin của mỗi tác tử về thị trường ngoại hối, và tùy thuộc vào hệ thống niềm tin của riêng nó mà mỗi tác tử thực hiện dự

báo và quyết định hành vi.

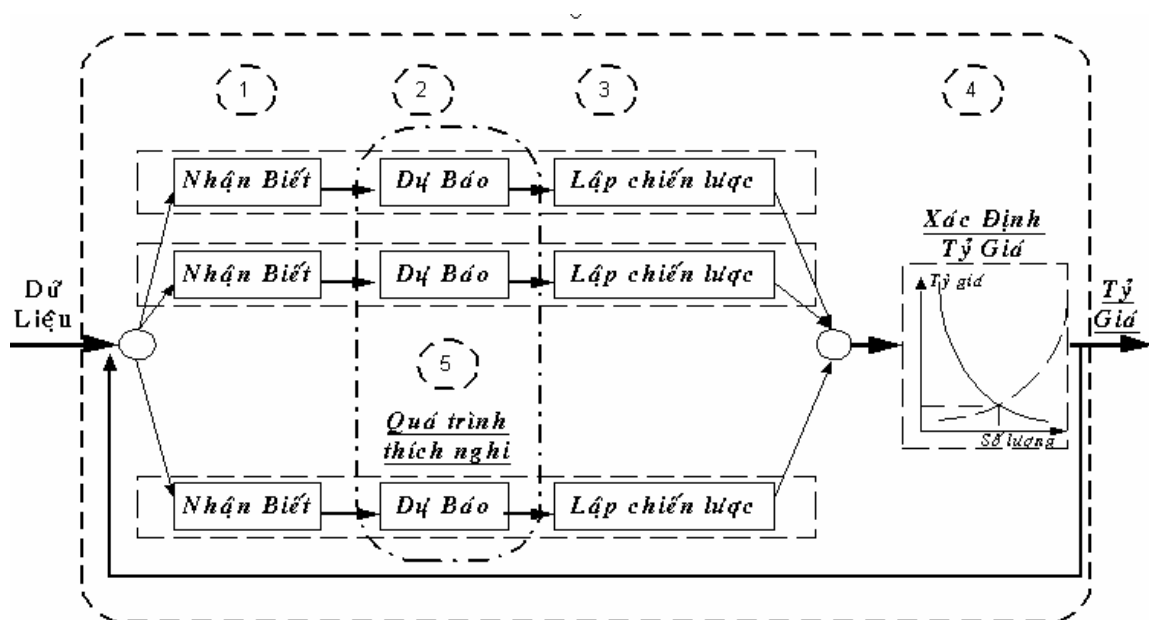
3. *Mang thiên hướng chọn lọc tiềm ẩn*: mỗi tác tử luôn luôn thay thế niềm tin của nó bằng những niềm tin mới hợp lý (plausible) hơn, để cải tiến dự báo của nó.
4. *Có sự thay đổi chấp nhận được*: mỗi tác tử sinh ra hệ thống niềm tin mới bằng cách liên lạc với các tác tử khác hay bởi chính nó.

Từ quan điểm của những đặc trưng này, các niềm tin về các yếu tố được xem là tương tự với các gen sinh học. Các gen sinh học tổ chức nhiễm sắc thể (chromosome) của mỗi cá thể. Các nhiễm sắc thể được biến đổi bởi lai ghép (crossover) và đột biến (mutation). Các nhiễm sắc thể với độ thích nghi (fitness) thấp được thay thế bởi những nhiễm sắc thể với độ thích nghi cao hơn. Đó chính là phép chọn lọc (selection) làm việc với các nhiễm sắc thể ([6]). Tính chất tương tự giữa di truyền quần thể và các thị trường ngoại hối được trình bày trong hình 2.

Như đã thảo luận ở phía trên, chúng tôi sẽ nêu ra giả thiết về hành vi của các tác tử. Mỗi tác tử ứng xử dựa trên hệ thống niềm tin của chính nó và hành vi ứng xử của các tác tử làm thay đổi môi trường, ở đây là các tỷ giá hối đoái. Các hệ thống niềm tin của các tác tử thay đổi kịp lúc, bị ảnh hưởng bởi các hệ thống niềm tin của các tác tử khác. Chuỗi hành động này tương tự như sự thích nghi trong hệ thống sinh thái (xem [5]). Trong ngữ cảnh này, sự thích nghi trong thị trường được mô tả bằng thuật giải di truyền, thuật giải được thiết kế dựa trên ý tưởng của di truyền học quần thể.

3. CẤU TRÚC MÔ HÌNH DỰ BÁO TỶ GIÁ HỐI ĐOÁI

Dữ liệu nhập được sử dụng là dữ liệu hàng tuần của thị trường ngoại hối được khảo sát, mô hình thực hiện lặp lần lượt năm bước sau: nhận biết, dự báo, lập chiến lược, xác định tỷ lệ, và sau cùng là bước thích nghi (hình 3).



Hình 3. Cấu trúc của mô hình hệ thống cho thị trường ngoại hối

Nhận biết: Mỗi tác tử giải thích sự thay đổi của các loại dữ liệu thô khác nhau chẳng hạn như các chỉ tiêu kinh tế, các tin tức chính trị,... và nhận biết các yếu tố (factors) dự báo tỷ giá. Trong bước này, mỗi tác tử giải thích dữ liệu một cách độc lập, chưa xem xét tới các mối quan hệ đối với các dữ liệu khác và các tỷ giá khác

Dự báo: Bằng cách dùng các yếu tố được nhận biết theo cách riêng của mình, mỗi tác tử dự báo các tình huống kinh tế tương lai và các thay đổi tỷ giá hối đoái trong tương lai từ các tỷ giá hiện hành.

Lập chiến lược: Với các tỷ giá dự báo của riêng mình, mỗi tác tử quyết định các tỷ giá đơn hàng và số lượng đơn hàng để mua hay bán các loại ngoại tệ có liên quan. Kết quả của quá trình lập chiến lược, mỗi tác tử đưa ra một xác nhận giá bán (bid) hay/và một nhu cầu mua (ask). Ngoài ra bằng cách kết ghép (aggregating) toàn bộ các xác nhận giá giao và các thông tin hỏi hàng trong thị trường, chúng ta có thể vẽ đường cung cầu. Thực chất của ba bước kể trên là một quá trình ra quyết định.

Xác định tỷ giá: Tỷ giá hối đoái được quyết định dựa vào tỷ lệ cân bằng mà ở đó cung và cầu gặp nhau. Tỷ lệ cân bằng chính là tỷ lệ bù trừ của thị trường.

Thích nghi: Sau khi xác định tỷ giá, mỗi tác tử cải tiến phương pháp dự báo của mình bằng cách sử dụng các kết quả dự báo của các tác tử khác. Thuật giải di truyền được sử dụng để mô tả sự tương tác học giữa các tác tử.

Một tập bao gồm năm bước nêu trên được gọi là một thế hệ (generation). Một thế hệ tương ứng với một tuần lễ trong thị trường thực. Mỗi tuần bắt đầu từ bước nhận thức và kết thúc tại bước thích nghi. Có một thương vụ (trading) trong mỗi tuần lễ. Mỗi người mua bán phải biết dữ liệu hàng tuần trước khi thương vụ thực hiện (Bước 1). Dữ liệu là các chỉ số kinh tế và các tin tức tức thời ngay sau khi xác định tỷ giá của tuần lễ thứ $t - 1$ (tuần lễ ngay trước tuần lễ thứ t). Mỗi người mua bán dự báo tỷ lệ bù trừ (clearing) của thị trường của tuần lễ thứ t ngay trước lúc cuộc mua bán diễn ra (Bước 2). Người mua bán cố gắng chiếm vị trí tốt nhất trong cuộc mua bán (Bước 3). Như là kết quả của cuộc mua bán, tỷ lệ bù trừ của thị trường của tuần lễ thứ t được xác định (Bước 4). Người mua bán cũng học hỏi từ việc so sánh các dự báo của các người khác với tỷ lệ bù trừ (clearing) của thị trường (Bước 5).

3.1. Bước 1: Nhận biết

Trước tiên mỗi tác tử giải thích dữ liệu thô và lĩnh hội các tin tức về các yếu tố có ảnh hưởng đến tỷ giá của hai loại ngoại tệ mà bài toán đang xét, chẳng hạn đồng dollar. Chúng ta giả thiết rằng tất cả các tác tử giải thích dữ liệu thô *theo cùng một cách*.

$x_{i,t}$ được định nghĩa là dữ liệu mà chúng được tạo ra qua cách giải thích dữ liệu thứ i ở giữa lúc kết thúc *tuần* $t - 1$ và lúc bắt đầu *tuần* t . Trong các nghiên cứu hiện nay, người ta giả định rằng tất cả các tác tử giải thích dữ liệu thô theo cùng một cách. Như vậy các kết quả của việc giải thích, các dữ liệu $x_{i,t}$ là như nhau cho tất cả các tác tử.

Dữ liệu $x_{i,t}$ được tạo ra bằng cách mã hóa các sự thay đổi hàng tuần của 17 loại dữ liệu thô bảng 1). Các giá trị này được sắp hạng một cách rời rạc từ -3 đến $+3$. Các giá trị mang *dấu cộng* biểu thị sự thay đổi dữ liệu do sự *giảm giá* theo lý thuyết kinh tế truyền thống. Giá trị mang *dấu trừ* biểu thị sự *tăng giá* dollar. Chẳng hạn, một lời bình luận “Tỷ lệ thất nghiệp của Hoa Kỳ đã giảm mạnh” được mã hóa “tình trạng thất nghiệp: -3 ”. Dữ liệu “Tuần trước, tỷ lệ VNĐ/dollar đã giảm vượt quá mức dự kiến” được mã hóa “Sự thay đổi trong tuần trước: $+2$ ”.

Dữ liệu bên ngoài (external data) được định nghĩa là dữ liệu về các chỉ tiêu kinh tế cơ bản hay các tin tức chính trị (đánh số từ 1 đến 14 trong bảng 1), bởi vì chúng là dữ liệu của các biến cố trong thế giới thực.

Dữ liệu bên trong (internal data) được định nghĩa là dữ liệu về xu thế ngắn hạn và xu thế dài hạn của biểu đồ (đánh số từ 15 đến 17 trong bảng 1), bởi vì chúng được tính toán bằng cách dùng tỷ lệ mà mô hình đã thực hiện được trong mô phỏng.

Bảng 1. Dữ liệu nhập

Data(x_i, t)	Dữ liệu thô (Raw Data)
1. Tổng sản lượng quốc nội	[U][V] Chỉ số GDP
2. Giá cả	[U][V] Chỉ số giá cả
3. Tỷ lệ lãi suất	[U][V] Tỷ lệ chính thức
4. Lượng cung tiền tệ	[U][V] Lượng cung tiền tệ
5. Cán cân thương mại	[U][V] Cân bằng thương mại
6. Việc làm	[U] Tỷ lệ thất nghiệp
7. Tiêu thụ	[U][V] Lượng bán lẻ
8. Can thiệp của chính phủ	[U][V] Can thiệp của chính phủ
9. Công bố	[U][V] Các tuyên bố của VIP
10. Đồng Euro	Tỷ lệ dollar-ecu, đồng-ecu
11. Dầu hỏa	Giá dầu hỏa
12. Chính sách	Điều kiện chính trị
13. Chứng khoán	[U][V] Giá chứng khoán
14. Trái phiếu	[U][V] Giá trái khoán
15. Xu thế ngắn hạn 1	Sự thay đổi trong tuần trước
16. Xu thế ngắn hạn 2	Sự thay đổi xu thế ngắn hạn 1
17. Xu thế dài hạn	Sự thay đổi qua suốt năm tuần lễ

([U] = USA, [V] = VIETNAM)

3.2. Bước 2: Dự báo

Sau khi nhận biết, bằng cách dùng dữ liệu kể trên, mỗi tác tử dự báo sự thay đổi của tỷ giá trong tương lai. Mỗi tác tử có các trọng số riêng tương ứng với 17 loại dữ liệu. $w_{i,t}^j$ được định nghĩa là một trọng số của mỗi dữ liệu i trong mỗi tiên đoán tỷ giá tương lai của mỗi tác tử j vào thế hệ thứ t . Giá trị của $w_{i,t}^j$ được sắp xếp có thứ tự giữa chín giá trị rời rạc $\{\pm 3, \pm 1, \pm 0, 5, \pm 0, 1, 0\}$.

Với trọng số riêng của nó, mỗi tác tử j tiên đoán sự thay đổi của tỷ lệ $\Delta S_t = S_t - S_{t-1}$, trong đó S_t biểu thị số logarit của tỷ lệ hối đoái tại thế hệ thứ t . Ta giả sử rằng mỗi tác tử j tiên đoán tỷ lệ ΔS_t dựa trên tổng các tích của dữ liệu $x_{i,t}$ và trọng số $w_{i,t}^j$. Khi đó tác tử tính giá trị dự báo $E_t^j [\Delta S_t]$ được biểu diễn theo công thức:

$$E_t^j [\Delta S_t] = \text{trunc} \left(\sum_{i=1}^n w_{i,t}^j x_{i,t} \right) \quad (2.1)$$

Trong đó $\text{trunc}()$ là hàm lấy phần nguyên của một số thực, n là số dữ liệu. Ta cũng cần phải đo để biết các yếu tố được phân bố như thế nào. Số nghịch đảo phương sai của dự báo được định nghĩa như sau:

$$(\text{var}_i^j[\Delta S_t])^{-1} \equiv \sqrt[2]{[(wx_+)^2 - (wx_-)^2]}, \quad (2.2)$$

trong đó wx_+ biểu thị tổng các đại lượng của $w_{i,t}^j x_{i,t} > 0$, và wx_- là tổng của các đại lượng $w_{i,t}^j x_{i,t} < 0$. Ta cần để ý rằng $E_t^j[\Delta S_t]$ và $\text{var}_t^j[\Delta S_t]$ là khác nhau cho mỗi tác tử j và mỗi tuần lễ t bởi vì các trọng số là khác nhau.

3.3. Bước 3: Lập chiến lược

Mỗi tác tử có tài sản dollar và tài sản đồng. Mỗi tác tử dựa trên cơ sở dự báo riêng quyết định chiến lược giao dịch của nó (đặt hàng mua hay bán dollar). Tác tử cực đại hóa hàm lợi ích về thu hồi dự kiến đạt được trong tuần tới ([7]).

Dựa vào sự tiên đoán riêng mỗi tác tử quyết định tỷ lệ đơn hàng và số lượng đơn hàng để mua hay bán ngoại tệ, tối đa hóa lợi ích chủ quan (subjective utility) của nó. Trong mô hình, các lợi ích của tất cả các tác tử được giả định là như nhau. Mỗi tác tử được giả sử là phân chia toàn bộ tài sản của nó giữa tài sản dollar và tài sản đồng với một tỷ lệ tối ưu mà nó tối đa hóa thu hồi dự kiến của thế hệ kế tiếp. Bởi vì mọi tác tử được giả sử là có cùng hàm lợi ích mà nó được biểu diễn bằng một hàm số mũ, số lượng tối ưu tài sản dollar của nó q_t^{j*} được biểu diễn như sau:

$$q_t^{j*} = \frac{1}{a} \frac{E_t^j[\Delta S_t]}{\text{var}_t^j[\Delta S_t]} \quad (2.3)$$

trong đó $a > 0$ để chỉ hệ số e ngại rủi ro trong kinh tế. Để hợp nhất số lượng đang giữ của tác tử với số lượng tối ưu, mỗi tác tử trao đổi một lượng bằng với lượng sai khác giữa số lượng tối ưu q_t^{j*} và số lượng q_{t-1}^{j*} mà tác tử đang giữ trước đó:

$$\text{Số lượng đơn hàng: } \Delta q_t^{j*} = q_t^{j*} - q_{t-1}^{j*}. \quad (2.4)$$

Nếu $\Delta q_t^{j*} > 0$, khi đó tác tử ra lệnh mua dollar, nghĩa là đưa ra một giá chấp nhận mua.

Nếu $\Delta q_t^{j*} < 0$, khi đó tác tử ra lệnh bán dollar, nghĩa là đưa ra một yêu cầu bán. Mỗi tác tử ra lệnh theo tỷ giá dự báo, nghĩa là các người mua (các người bán) sẵn sàng mua (bán) các loại tiền tệ khi tỷ giá thấp hơn (cao hơn) tỷ giá dự báo:

$$\text{Tỷ giá đơn hàng} \equiv E_t^j[\Delta S_t] \quad (2.5)$$

3.4. Bước 4: Xác định tỷ giá

Sau khi đề nghị các đơn hàng, đường cong cầu (cung) được xác lập bằng cách kết ghép các đơn hàng của tất cả các tác tử muốn mua (tương ứng muốn bán). Xác định đường cong cung và cầu kế đó xác định tỷ giá cân bằng, tại đó lượng cung và cầu bằng nhau. Tỷ giá trong tuần lễ này là tỷ giá cân bằng.

Đường cong cầu $DD_t(x)$ được lập bằng cách kết ghép toàn bộ các xác nhận giá mua ($\Delta q_t^{j*} > 0$) của các tác tử có các tỷ giá đơn hàng cao hơn hàng cao hơn x :

$$DD_t(x) = \sum_{j \in J_x^D} \Delta q_t^{j*}, \quad (2.6)$$

trong đó, $J_x^D \equiv \{j : \Delta q_t^{j*} > 0 \wedge E_t^j[\Delta S_t] \geq x\}$.

Đường cong cung $SS(x)$ được xác lập bằng cách kết ghép toàn bộ các yêu cầu bán ($\Delta q_t^{j*} < 0$) của các tác tử có tỷ giá đơn hàng thấp hơn x :

$$SS_t(x) = - \sum_{j \in J_x^D} \Delta q_t^{j*}, \quad (2.7)$$

trong đó, $J_x^S \equiv \{j : \Delta q_t^{j*} < 0 \wedge E_t^j[\Delta S_t] \leq x\}$.

Như đã trình bày trong phần trên, tỷ giá hối đoái của thị trường được quyết định theo tỷ giá cân bằng, tại đó số lượng cầu và số lượng cung là bằng nhau:

$$S_t = S_{t-1} + x^*, \quad (2.8)$$

$$(DD_t(x^*) = SS_t(x^*)).$$

Những người mua (người bán) với tỷ giá đơn hàng cao hơn (thấp hơn) có thể thể hiện các trao đổi của họ và hợp nhất số lượng họ đang giữ q_t^j với số lượng tối ưu q_t^{j*} . Tuy nhiên, các tác tử khác không thể thực hiện các trao đổi của họ và q_t^j giữ nguyên số lượng q_{t-1}^j họ đang cầm giữ trước đây:

$$q_t^j = \begin{cases} q_t^{j*} & \text{với } j \in J_{x^*}^S \text{ hay } j_{x^*}^D \\ q_{t-1}^j & \text{ngược lại} \end{cases} \quad (2.9)$$

3.5. Bước 5: Thích nghi

Trong mô hình đề nghị, các tác tử khác nhau có các phương pháp dự báo khác nhau (các tổ hợp trọng số $w_{i,t}^j$). Sau khi xác định tỷ giá mỗi tác tử cải tiến phương pháp dự báo của chính mình bằng cách dùng kết quả dự báo của các tác tử khác. Mô hình sử dụng thuật giải di truyền để mô tả mối tương tác học giữa các tác tử. Bởi vì các trọng số cũng khác nhau cho mỗi tuần t , việc chúng thay đổi kịp thời là một điều rất quan trọng. Mỗi tác tử được giả định thay đổi cách dự báo để cải tiến phương pháp dự báo của mình. Có nghĩa là, sự thay đổi các trọng số là kết quả của quá trình thích nghi của mỗi tác tử. Để mô tả sự thích nghi này mô hình được đề nghị sử dụng thuật giải di truyền. Như đã được thể hiện qua tên gọi của thuật giải, ý tưởng cơ bản của thuật giải di truyền xuất phát từ bộ môn di truyền học quần thể. Trong thuật giải di truyền, các tần suất xuất hiện của các nhiễm sắc thể (chromosome) trong một quần thể và các giá trị của các nhiễm sắc thể được biến đổi bởi ba toán tử: chọn lọc (selection), lai ghép (crossover) và đột biến (mutation). Với toán tử chọn lọc mỗi nhiễm sắc thể trong quần thể có thể tái tạo (reproduction) các bản sao của nó với khả năng được tái tạo tương ứng với độ thích nghi của nó trong quần thể. Kế đó sự hiện diện của nhiễm sắc thể với độ thích nghi cao tăng lên và sự hiện diện của nhiễm sắc thể với độ thích nghi thấp giảm đi trong thế hệ kế tiếp. Toán tử lai ghép sinh ra những nhiễm sắc thể mới bằng cách phối hợp từng cặp các nhiễm sắc thể hiện hữu. Toán tử đột biến sinh ra những nhiễm sắc thể mới bằng cách thay đổi một cách ngẫu nhiên giá trị của một vị trí bên trong nhiễm sắc thể. Trong mô hình, một gen biểu diễn một ký hiệu (symbol) mà nó được tạo ra qua phép biến đổi các giá trị trọng số $w_{i,t}^j$. Trọng số $w_{i,t}^j$ được biến đổi như sau:

$$w_{i,t}^j = \begin{pmatrix} +3 & +1 & +0,5 & +0,1 & 0 & -0,1 & -0,5 & -1 & -3 \\ \Downarrow & \Downarrow & \Downarrow & \Downarrow & \Downarrow & \Downarrow & \Downarrow & \Downarrow & \Downarrow \\ A & B & C & D & E & F & G & H & I \end{pmatrix} \quad (2.10)$$

Một nhiễm sắc thể biểu diễn một chuỗi tất cả các trọng số của một tác nhân, nghĩa là dự báo. Khi đó có thể ký hiệu nhiễm sắc thể w_t^j như sau:

$$w_t^j = (w_{1,t}^j, w_{2,t}^j, \dots, w_{n,t}^j) \quad (2.11)$$

Ví dụ: Một tập các trọng số $\{w_{i,t}^j = (+0, 1, -3, 0, +1, \dots, +0, 5)\}$ qua phép biến đổi trở thành nhiễm sắc thể DIEB...C. Một quần thể các nhiễm sắc thể biểu diễn một tập trong thị trường hối đoái.

Mô hình dựa trên thuật giải di truyền cơ bản của Goldberg ([2, 3, 4]). Toán tử chọn lọc, một trong số các toán tử của GA, thay thế một số nhiễm sắc thể nào đó bằng những nhiễm sắc thể khác có giá trị thích nghi (fitness value) cao hơn. Tỷ lệ chọn lọc được gọi là *khoảng cách giữa hai thế hệ G*.

Trong mô hình này, giá trị thích nghi của mỗi nhiễm sắc thể được tính bằng cách dùng phương trình biểu diễn sai số giữa giá trị trung bình dự báo và tỷ giá của tuần lễ đang xét. Do vậy, một nhiễm sắc thể dự báo càng chính xác tỷ giá hơn, thì giá trị thích nghi của nó càng cao hơn. Cụ thể, giá trị thích nghi của một nhiễm sắc thể là tích của -1 và giá trị tuyệt đối của sai số giữa sự thay đổi tỷ giá dự báo $E_t^j[\Delta S_t]$ và sự thay đổi tỷ giá thực ΔS_t :

Độ thích nghi của W_t^j :

$$W_t^j = -|E_t^j[\Delta S_t] - \Delta S_t| = -|\text{trunc}(\sum_{i=1}^n w_{i,t}^j x_{i,t}) - \Delta S_t|. \quad (2.12)$$

Mô hình sử dụng toán tử lai ghép điểm đơn và toán tử đột biến với xác suất đồng đều (uniform probability). Tác vụ lai ghép (tương ứng đột biến) xảy ra với một tỷ lệ xác suất chắc chắn nào đó (tỷ lệ lai ghép *pcross*, tỷ lệ đột biến *pmut*). Thuật giải di truyền có thể hiểu dưới khía cạnh kinh tế học như sau: Mỗi nhiễm sắc thể có thể được xét như là một hệ thống niềm tin của tác tử về tỷ giá hối đoái, nghĩa là nó đại diện cho các dữ liệu mà chúng được xét như là các nguyên nhân chính yếu làm cho tỷ giá thay đổi. Cần lưu ý rằng các hệ thống niềm tin có thể khác nhau giữa các tác tử. Để cải tiến dự báo của mình, mỗi tác tử thay đổi hệ thống niềm tin của mình với ba toán tử: chọn lọc, lai ghép, và đột biến. Toán tử chọn lọc được xem như là sự bắt chước theo hệ thống niềm tin của các tác tử khác, để tác tử đang xét có thể dự báo sự thay đổi tỷ giá một cách chính xác hơn. Do đó, các hệ thống niềm tin có dự báo kém chính xác biến mất khỏi thị trường. Đây là sự lan truyền (propagation) của các phương pháp dự báo thành công. Hai toán tử khác được xem như là phép tạo sinh ra các hệ thống niềm tin mới: toán tử lai ghép thực hiện giống như sự giao tiếp với các tác tử khác. Toán tử đột biến làm việc tựa như sự thay đổi độc lập phương pháp dự báo của mỗi tác tử.

Mô hình bắt đầu với quần thể khởi tạo được phát sinh một cách ngẫu nhiên. Trong suốt mười hai tuần lễ đầu (chu kỳ huấn luyện), nó bỏ qua bước xác định tỷ giá và sử dụng dữ liệu tỷ giá thực tế làm tỷ giá huấn luyện. Và nó tính độ thích nghi của các tác tử với dữ liệu tỷ giá thực tế. Sau chu kỳ huấn luyện này, nó không dùng bất cứ dữ liệu tỷ giá thực tế nào nữa và xác định các tỷ giá cân bằng một cách nhân tạo trong bước xác định tỷ giá, và nó tính độ thích nghi với dữ liệu tỷ giá tạo bởi hệ thống thay vì dữ liệu tỷ giá thực tế. Như thế, sau chu kỳ huấn luyện, mô hình chỉ sử dụng dữ liệu mà nó được tạo ra bởi chính hệ thống ngoại trừ các dữ liệu bên ngoài (external data). Sau bước thích nghi, tuần lễ này kết thúc và mô hình tiến hành bước nhận biết của tuần lễ kế tiếp.

4. KẾT LUẬN

Chúng tôi đã thử nghiệm hệ thống trên hệ điều hành Linux với phiên bản Red Hat Linux 7.1, sử dụng ngôn ngữ lập trình C. Một số kết quả mô phỏng ban đầu được so sánh với các mô hình bước đi ngẫu nhiên (Random Walk - RW) và mô hình hồi quy tuyến tính (Linear Regression - LR). Hai thống kê được sử dụng là sai số tuyệt đối trung bình (MAE) và sai số bình phương trung bình căn thức (RMSE). Sai số của mô hình nhỏ hơn và càng tỏ ra tốt hơn khi biên dự báo càng lớn. Tuy nhiên, với số tác tử $n = 50$, xác suất lai ghép $p_{cross} = 0,3$, xác suất đột biến $p_{mut} = 0,003$, khoảng cách giữa hai thế hệ $G = 0,8$. Sai số dự báo là nhỏ nhất so sánh với RW và LR, thời gian thực thi trung bình của hệ thống là ba mươi phút. Với kết quả đó gợi ý cho chúng tôi cần phải sử dụng thuật giải di truyền song song để làm tăng tốc độ tính toán. Hy vọng với các hệ thống PVM (Parallel Virtual Machine) hoặc MPI (Message Passing Interface), chúng tôi có thể giảm chi phí về thời gian tính toán.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] John H. Holland, John H. Miller, Artificial adaptive agents in economic theory. In American Economic Review: *Papers and Proceedings of the 103rd Annual Meeting of the American Economic Association* (1991) 365–370.
- [2] David E. Goldberg, *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*, Addison - Wesley Publishing Company, 1989.
- [3] Hoàng Kiếm, Giải một bài toán trên máy như thế nào, *Tiếp cận thuật giải*, Tập 2, NXB Giáo Dục, 2001 (89–168).
- [4] Nguyễn Đình Thúc, *Trí tuệ nhân tạo - Lập trình tiến hóa, Cấu trúc dữ liệu + Thuật giải di truyền = Chương trình tiến hóa*, NXB Giáo Dục, 2001.
- [5] Kiyoshi Izumi, *Complexity of Agents and Complexity of Markets*, Cyber Assit Research Center, AIST and PREST, 2001.
- [6] Trần Văn Lăng, Đào Văn Tuyết, Khảo sát tiêu chuẩn dừng của thuật toán tiến hóa, *Tạp chí Phát triển khoa học công nghệ*, Đại học quốc gia Tp. Hồ Chí Minh, 5 (3-4) (2002).
- [7] David Poole, Alan Mackworth, Randy Goebel, *Computational Intelligence, A logical Approach*, Oxford University Press, 1998.

Nhận bài ngày 14 - 08 - 2003