

Xây dựng Một Hệ thống Đa Tác tử Thông minh

Nguyễn Trần Minh Khuê

Trường Đại học Công nghệ thông tin, Tp.HCM
trankhue28@yahoo.com

Tóm tắt. Mục đích của bài báo là đề xuất mô hình đa tác tử thông minh để giải toán dựa trên các cơ sở tri thức phân tán. Bài báo cũng trình bày việc phát triển một ngôn ngữ dựa trên FIPA-ACL (Foundation for Intelligent Physical Agents-Agent Communication Language) để hỗ trợ xử lý tri thức. Chúng tôi minh họa một ứng dụng của mô hình trong các lĩnh vực: đại số, hình học phẳng, và hình học giải tích.

Từ khóa: Hệ đa tác tử, tác tử thông minh, giải toán, cơ sở tri thức phân tán.

1 Giới thiệu

Sự phát triển mạnh mẽ của hạ tầng công nghệ thông tin và truyền thông đã tạo điều kiện thuận lợi cho việc xây dựng các hệ thống phân tán có tích hợp các công nghệ tri thức ứng dụng cho các lĩnh vực khác nhau. Trong các hệ thống đó, nhiều vấn đề cần giải quyết bao gồm các miền tri thức khác nhau, do vậy, đòi hỏi phải có sự trao đổi và chia sẻ tri thức giữa các cơ sở tri thức phân tán. Trong những năm gần đây, hệ thống đa tác tử (Multi-Agent System – MAS) đã trở thành một trong các hệ thống phân tán được sử dụng thích hợp để xử lý tri thức. Tuy nhiên, các hệ thống đa tác tử hiện nay vẫn chưa hỗ trợ tổ chức hiệu quả các dịch vụ tri thức phân tán đối với vấn đề giải các bài toán dựa trên tri thức được cập nhật động.

Hệ thống đa tác tử và các vấn đề xử lý tri thức trong hệ đa tác tử đã và đang thu hút nhiều sự quan tâm từ các nhà khoa học Việt Nam và thế giới. Tại Việt Nam, một số mô hình đa tác tử có thể kể đến là: Mô hình đào tạo từ xa trên cơ sở quản trị tri thức sử dụng tác tử thông minh của nhóm tác giả trường Đại học Bách Khoa Hà Nội gồm Hoàng Minh Thúc, Nguyễn Thúc Hải, Nguyễn Thanh Thủy (năm 2005) [2], mô hình đa tác tử thương lượng của Trần Đình Quế, Nguyễn Mạnh Sơn (năm 2006) [5], mô hình tương tác của các tác tử giao diện của Lê Hải Quân, Huỳnh Quyết Thắng (năm 2006) [6], ...

Riêng về lĩnh vực E-Learning, một số công trình đã được phát triển như mô hình hệ thống Multi-Agent hiểu được cảm xúc của người học trong E-Learning của nhóm tác giả trường Đại học Sfax của Tuy-ni-đi gồm Neiji M, Ben Ammar M (năm 2007) [7], mô hình hệ Multi-Agent trong E-Learning hướng về các kỹ năng của sinh viên dựa trên ontology của nhóm tác giả trường Đại học Winston-Salem của Mỹ gồm Anatoly Gladun, Julia Rogustshina (năm 2007) [8], mô hình của hệ gia sư thông minh dựa trên tác tử dùng trong đào tạo từ xa của nhóm tác giả trường Đại học Salerno của Ý gồm: Nicola Capuano, Marco Marsella, Saverico Salerno (năm 2002) [9], mô hình

hệ thống các tác tử học trò của nhóm tác giả trường Cao đẳng US Army War gồm Gheorghe Tecuci, Mihai Boicu, Dorin Marcu, Bogdan Stanescu, Cristina Boicu and Jerome Comello (năm 2004) [10], một số công trình trong [11], ...

2 Ý tưởng Chính, Định hướng và Các Vấn đề Tập trung Nghiên cứu

Một số vấn đề được đặt ra trong đề tài: Làm thế nào để xây dựng một mô hình hệ thống đa tác tử có khả năng hỗ trợ tổ chức hiệu quả các dịch vụ tri thức phân tán đối với các cơ sở tri thức có cấu trúc phức tạp? Cách thức quản lý, chia sẻ tri thức giữa các tác tử sẽ ra sao? Kiến trúc của các tác tử trong các mô hình hệ thống đa tác tử này sẽ gồm những thành phần gì để phù hợp với việc xử lý tri thức?

Các mô hình đa tác tử đã có hiện nay vẫn chưa phù hợp để giải quyết các vấn đề liên quan đến tri thức toán học. Dựa trên yêu cầu thực tế và các vấn đề về hệ đa tác tử, ý tưởng chính đề tài được đưa ra là: xây dựng một mô hình hệ thống đa tác tử, trong đó tập trung khai thác khả năng cộng tác, di trú và chia sẻ tri thức của các tác tử để xử lý tri thức phân tán về toán học.

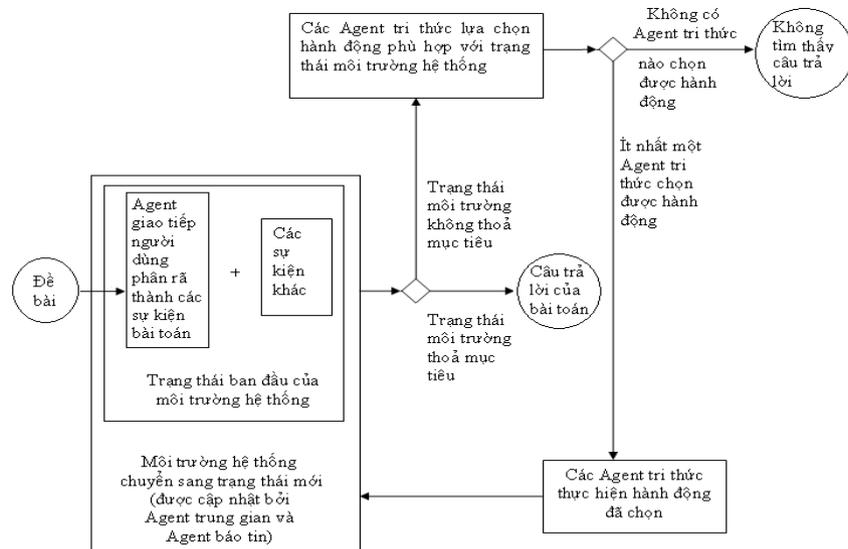
3 Các Phương pháp được Sử dụng trong Hệ thống Multi-Agent

Các mô hình hệ thống đa tác tử được nghiên cứu phát triển cho nhiều mục đích khác nhau với các cách tiếp cận khác nhau. Tuy nhiên, tựu trung lại, xét về khía cạnh xử lý tri thức, có thể chia các mô hình đa tác tử làm 5 nhóm: 1) không sử dụng cơ sở tri thức (ví dụ trong công trình [6], [7]), 2) tri thức trong cơ sở tri thức được biểu diễn dưới dạng luật (ví dụ trong công trình [2], [12]), 3) tri thức trong cơ sở tri thức được biểu diễn dạng cây (ví dụ trong công trình [5], [10]), 4) tri thức trong cơ sở tri thức được biểu diễn dạng đồ thị (ví dụ trong công trình [13]), 5) tri thức trong cơ sở tri thức dựa trên khái niệm và quan hệ (ví dụ trong công trình [8]).

Phương pháp chúng tôi sử dụng là tích hợp các hệ thống xử lý tri thức và giáo dục điện tử, tận dụng các kết quả của trí tuệ nhân tạo và công nghệ phân tán để xây dựng hệ thống đa tác tử dựa trên các cơ sở tri thức gồm nhiều thành phần, và các cơ sở tri thức này được bố trí phân tán. Các kết quả nghiên cứu lý thuyết sẽ được thử nghiệm và đánh giá tính khả thi, hiệu quả.

4 Các Kết quả Đạt được

Chúng tôi đã có được một số kết quả nhất định như: xây dựng mô hình đa tác tử thông minh và ứng dụng trong hình học phẳng, hình học giải tích 2 chiều, xây dựng kiến trúc các loại tác tử, quy trình hoạt động của hệ thống [4], phát triển ngôn ngữ CO-ACL (Computational Objects – Agent Communication Language) [3], ...



Hình 1. Mô hình hoạt động của hệ đa tác tử [4]

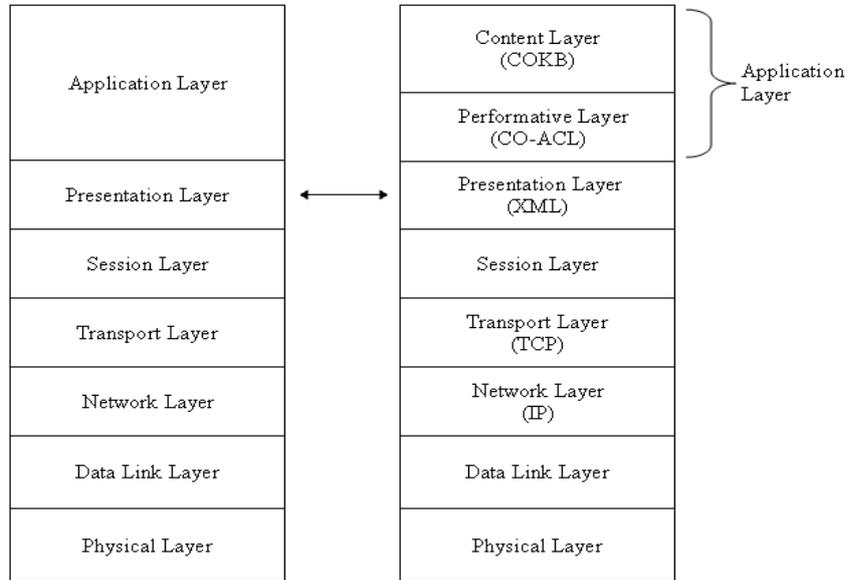
Hình 1 thể hiện mô hình hoạt động của các loại tác tử khác nhau. Các tác tử phối hợp với nhau để tìm ra câu trả lời cho bài toán. Quá trình suy diễn phụ thuộc vào sự thay đổi của môi trường.

Người sử dụng nhập đề bài toán vào hệ thống thông qua Agent giao tiếp người dùng. Agent này sẽ phân rã đề bài thành các sự kiện của bài toán. Các sự kiện này cùng với các sự kiện về trạng thái hoạt động của Agent là trạng thái ban đầu của môi trường hệ thống. Các sự kiện này sẽ được thông qua Agent trung gian để chuyển đến Agent tri thức. Agent tri thức kiểm tra nếu trạng thái môi trường thoả mục tiêu nghĩa là đã tìm thấy câu trả lời. Nếu trạng thái môi trường không thoả mục tiêu, thì Agent tri thức sẽ dựa vào các nguyên tắc lựa chọn hành động để chọn hành động phù hợp với trạng thái môi trường của hệ thống.

Nếu trong hệ thống không có Agent tri thức nào chọn được hành động, nghĩa là không tìm thấy câu trả lời. Nếu có ít nhất 1 Agent tri thức chọn được hành động, thì các Agent tri thức sẽ thực hiện hành động đã chọn. Agent tri thức thực hiện hành động nghĩa là nó vận dụng tri thức trong cơ sở tri thức kết hợp với tri thức của nó để tìm kiếm, tính toán, suy diễn. Sau khi Agent tri thức thực hiện hành động, sẽ phát sinh các sự kiện mới liên quan đến bài toán làm thay đổi trạng thái môi trường cục bộ. Nếu có sự thay đổi trạng thái môi trường cục bộ, Agent trung gian sẽ cập nhật trạng thái môi trường hệ thống và chuyển thông tin về sự thay đổi này cho Agent báo tin. Agent báo tin chuyển tin cho Agent trung gian của lĩnh vực còn lại biết.

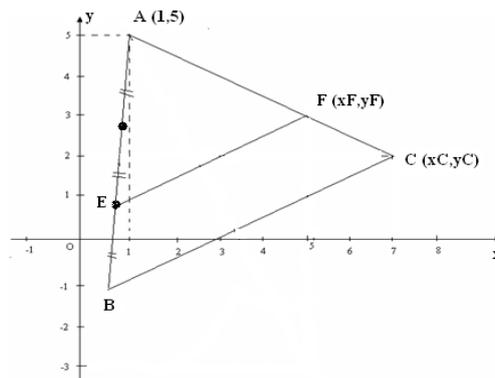
Trạng thái môi trường hệ thống thay đổi. Quá trình hoạt động của hệ thống lặp lại cho đến khi tìm thấy câu trả lời hoặc không tìm thấy câu trả lời.

Hình 2 thể hiện vị trí ngôn ngữ CO-ACL nằm ở tầng ứng dụng. Ở tầng trình diễn, ngôn ngữ được biểu diễn dưới dạng XML.



Hình 2. Mô hình OSI và vị trí ngôn ngữ CO-ACL [3]

Chúng tôi cũng ứng dụng cho một số bài toán liên quan đến các lĩnh vực khác nhau như: đại số, hình học phẳng, hình học giải tích. Ví dụ: Trong hệ tọa độ Oxy cho tam giác ABC với A(1,5). Đặt E là 1 điểm trên AB với $AE/AB=2/3$. Từ điểm E kẻ đường song song với BC. Đường này cắt AC tại F. Biết $x_F/x_C = 5/7$, $y_F/y_C = 3/2$. Tính tọa độ điểm F và C (Hình 3)



Hình 3. Bài toán ví dụ [3]

Tri thức trong quá trình giải toán liên quan đến 3 lĩnh vực:

Tri thức hình học phẳng

Theo Thales, trong tam giác ABC:

$$E \in AB, F \in AC, \frac{AE}{AB} = \frac{2}{3}, \text{ songsong } (EF, BC) \Rightarrow \frac{AF}{AC} = \frac{2}{3} \quad (1)$$

Tri thức hình học giải tích 2 chiều:

$$AC = \text{dodai}(\overrightarrow{AC}) \quad (2)$$

$$\overrightarrow{AF}, \overrightarrow{AC} \text{ cùng phương, } \text{dodai}(\overrightarrow{AF}) = k \cdot \text{dodai}(\overrightarrow{AC}) \Rightarrow \overrightarrow{AF} = k \cdot \overrightarrow{AC} \quad (3)$$

$$\vec{u} = (u_1, u_2) \Rightarrow k \cdot \vec{u} = (k \cdot u_1, k \cdot u_2) \quad (4)$$

$$\vec{u} = (u_1, u_2), \vec{v} = (v_1, v_2), \vec{u} = \vec{v} \Leftrightarrow u_1 = v_1, u_2 = v_2 \quad (5)$$

Tri thức đại số:

$$a \cdot (b+c) = a \cdot b + a \cdot c \quad (6)$$

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} (b, d \neq 0) \Leftrightarrow a = b \cdot \frac{c}{d} \Leftrightarrow a \cdot d = b \cdot c \Leftrightarrow a \cdot d - b \cdot c = 0 \quad (7)$$

$$a_1 \cdot x_1 + b_1 \cdot x_2 = c_1, a_2 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 = c_2 \Rightarrow \quad (8)$$

$$x_1 = \frac{c_1 \cdot b_2 - c_2 \cdot b_1}{a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1}, x_2 = \frac{a_1 \cdot c_2 - a_2 \cdot c_1}{a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1}$$

Quá trình suy diễn để tìm ra lời giải cho bài toán:

$$\frac{AE}{AB} = \frac{2}{3}, \text{ songsong } (EF, BC) \xrightarrow{(1)} \frac{AF}{AC} = \frac{2}{3} \quad (9)$$

$$\frac{AF}{AC} = \frac{2}{3} \xrightarrow{(7)} AF = \frac{2}{3} \cdot AC \quad (10)$$

$$AF = \frac{2}{3} \cdot AC \xrightarrow{(2)} \text{dodai}(\overrightarrow{AF}) = \frac{2}{3} \cdot \text{dodai}(\overrightarrow{AC}) \quad (11)$$

$$\text{dodai}(\overrightarrow{AF}) = \frac{2}{3} * \text{dodai}(\overrightarrow{AC}) \xrightarrow{(3)} \overrightarrow{AF} = \frac{2}{3} * \overrightarrow{AC} \quad (12)$$

$$\overrightarrow{AF} = \frac{2}{3} * \overrightarrow{AC} \xrightarrow{(4)+(5)} xF - xA = \frac{2}{3} * (xC - xA), yF - yA = \frac{2}{3} * (yC - yA) \quad (13)$$

$$xF - xA = \frac{2}{3} * (xC - xA), yF - yA = \frac{2}{3} * (yC - yA) \xrightarrow{(7)} \quad (14)$$

$$3*(xF - xA) = 2*(xC - xA), 3*(yF - yA) = 2*(yC - yA)$$

$$3*(xF - xA) = 2*(xC - xA), 3*(yF - yA) = 2*(yC - yA) \xrightarrow{(7)+(6)} \quad (15)$$

$$3*xF - 3*xA - 2*xC + 2*xA = 0, 3*yF - 3*yA - 2*yC + 2*yA = 0$$

$$3*xF - 3*xA - 2*xC + 2*xA = 0, 3*yF - 3*yA - 2*yC + 2*yA = 0, xA = 1, yA = 5 \quad (16)$$

$$\longrightarrow 3*xF - 2*xC = 1, 3*yF - 2*yC = 5$$

$$\frac{xF}{xC} = \frac{5}{7}, \frac{yF}{yC} = \frac{3}{2} \xrightarrow{(7)} 7*xF - 5*xC = 0, 2*yF - 3*yC = 0 \quad (17)$$

$$(16), (17) \longrightarrow \quad (18)$$

$$3*xF - 2*xC = 1, 7*xF - 5*xC = 0, 3*yF - 2*yC = 5, 2*yF - 3*yC = 0$$

$$3*xF - 2*xC = 1, 7*xF - 5*xC = 0, 3*yF - 2*yC = 5, 2*yF - 3*yC = 0 \quad (19)$$

$$\xrightarrow{(8)} xF = 5, xC = 7, yF = 3, yC = 2$$

Như vậy câu trả lời của bài toán là: F(5,3) và C(7,2).

Hệ thống được cài đặt thử nghiệm trên JADE [14]. Hiện tại, có rất nhiều platform của hệ thống Multi-Agent để có thể xây dựng ứng dụng trên các platform này. Tuy nhiên, chúng tôi chọn JADE vì các lý do sau: JADE là phần mềm mã nguồn mở nên dễ triển khai; có thể tích hợp các thành phần khác như XML, phần mềm hỗ trợ giải toán Maple, các thư viện của Java; thích hợp cho việc xử lý tri thức dựa trên cơ sở tri thức; thích hợp cho việc xây dựng hệ thống phân tán ở nhiều nơi khác nhau, đặc biệt là trong E-Learning; hỗ trợ các tính năng của tác tử như: tạo agent, hủy agent, ...

Hệ thống đa tác tử thông minh có các ưu điểm sau: 1) Hệ thống mở: hệ thống có thể bổ sung hoặc phân tách kể cả tri thức lẫn các tác tử, 2) Tính linh hoạt và thông minh: hệ thống có thể giải một số bài toán dựa trên cơ sở tri thức được cập nhật động, 3) Hỗ trợ một cách hiệu quả cho việc tổ chức, chia sẻ tri thức phân tán và xử lý tri thức liên quan đến nhiều lĩnh vực tri thức khác nhau.

5 Hướng Phát triển

Sử dụng đa tác tử thông minh là phương pháp phù hợp hơn dùng các phương pháp thiết kế hệ cơ sở tri thức truyền thống thường dùng cho hệ thống với một cơ sở tri thức. Hướng phát triển sắp tới, chúng tôi sẽ xây dựng mô hình cho hệ tổng quát, với nhiều lĩnh vực tri thức khác nhau như vật lý, hóa học, sinh học, đại số tuyến tính, toán rời rạc, ...

Tài liệu Tham khảo

1. Hùng, L.T., Phương, T.M., Thắng, H.Q.: Tác tử - Công nghệ phần mềm hướng tác tử, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội (2006).
2. Thức, H.M., Hải, N.T., Thùy, N.T.: Quá trình tạo dựng mô hình tác tử thông minh. Tạp chí Khoa học và Công nghệ các trường Đại học số 52 (2005).
3. Khue, N.T.M, Hai, N.T.: Developing a language based on FIPA-ACL to query knowledge in a multiagent system. Proceedings of the Sixth International Conference on Information Technology for Education and Research, pp.176-183, HCM and Phan Thiet, VN (2010).
4. Khue, N.T.M., Van Nhon, D.: Building a model of an Intelligent Multi-Agent System based on distributed knowledge bases for solving problems automatically. Proceedings of the 4th Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems, pp. 21--32, Kaohsiung, Taiwan, Springer (2012).
5. Quế, T.Đ., Sơn, N.M.: Ontology trong thương lượng giữa các Agent. Kỳ yếu Hội thảo khoa học quốc gia lần thứ ba về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng Công nghệ thông tin và Truyền thông ICT.rda'06, tr. 339--344, Hà Nội (2006).
6. Quân, L.H., Thắng, H.Q.: Cải tiến các giải thuật xây dựng mô hình tương tác của tác tử giao diện. Kỳ yếu Hội thảo khoa học quốc gia lần thứ ba về nghiên cứu, phát triển và ứng dụng Công nghệ thông tin và Truyền thông ICT.rda'06, tr. 224--236, Hà Nội, (2006).
7. Neiji, M., Ben, A.M.: Agent based Collaborative Affective e-Learning Framework. The Electronic Journal of E-Learning Volume 5 Issue 2, pp 123-134 (2007).
8. Anatoly, G., Julia, R.: An ontology based approach to student skills in Multi-Agent e-Learning systems. International Journal Information Technologies and Knowledge Vol.1 (2007).
9. Nicola, C., Massimo, D.S., Marco, M., Saverico, S.: A Multi-Agent Architecture for Intelligent Tutoring. University of Salerno, Italy (2002).
10. Gheorghe, T., Mihai, B., Dorin, M., Bogdan, S., Cristina, B., and Jerome, C.: "Training and Using Disciple Agents", US Army War Colledge (2004)
11. Ngoc Thanh, N., Geun, S.J., Robert, J.H., Lakhmi, C.J.: Agent and Multi-Agent System: Technologies and Applications. Proceedings of Second KES International Sysmposium - KES AMSTA, Incheon, Korea (2008).
12. Taro, F., Syuusuke, K., Hajime, S.: An Intergrated Argumentation Environment for Arguing Agents. Proceedings of Second KES International Sysmposium, KES AMSTA (Agent and Multi-Agent System: Technologies and Applications), pp. 351--360, Incheon, Korea (2008).
13. Grzegorz, B., Robert, W., Zbigniew, A.B.: Agvs Distributed Control Subject to Imprecise Operation Times. Proceedings of Second KES International Sysmposium, KES AMSTA (Agent and Multi-Agent System: Technologies and Applications), pp.421—430, Incheon, Korea (2008).
14. Java Agent DDevelopment Framework, <http://jade.tilab.com>