

Hệ thống Trợ giúp Học tập Thích nghi Dựa trên Bản thể học

Đặng Kiên Cường

Trường Đại học Nông Lâm TpHCM
dkcuong@hcmuaf.edu.vn

Tóm tắt. Trong Khoa học Máy tính và Trí tuệ Nhân tạo, Bản thể học được vận dụng trong việc chia sẻ và nỗ lực tái sử dụng Kiến thức, cho kỹ thuật hiệu quả (phân phối, hợp tác) của các hệ thống dựa trên tri thức. Bản thể học đã sớm bước vào lĩnh vực quản lý tri thức (Knowledge Management-KM): Chia sẻ và tái sử dụng tri thức của cá nhân, nhóm, và tri thức tổ chức là một trong các mục tiêu trung tâm trong nhiều dự án quản lý tri thức. Bài viết tập hợp các nghiên cứu trong hai lĩnh vực: mô hình người dùng trong các hệ thống quản lý tri thức và khai thác bản thể học cho các mục đích ngữ nghĩa tri thức đại diện. Chúng tôi đưa ra một cái nhìn tổng quan về mô hình người dùng để từ đó xây dựng mô hình hệ thống trợ giúp học tập thích nghi dựa trên bản thể học.

Từ khoá: Bản thể học, quản lý tri thức, hệ thống hỗ trợ, hệ thống thích nghi, hệ thống thông minh.

1 Giới thiệu

Năm 2004 Lee và cộng sự [1] đã công bố nghiên cứu mang tính tổng kê trên 385 bài báo thuộc các tạp chí khoa học nhằm giới thiệu sự phân bố của các chủ đề nghiên cứu, các phương pháp nghiên cứu, các tác giả được trích dẫn nhiều nhất, danh mục sách và giáo trình được tham khảo nhiều nhất. Kết quả nghiên cứu cho thấy đa số các công trình nghiên cứu triển khai xoay quanh hai chủ đề chính: xây dựng bài giảng và cung cấp các tiện ích hỗ trợ như khai thác tài nguyên, đánh giá kết quả học tập, tính cộng tác của người học, vv. Tiện ích cung cấp trong các hệ thống đào tạo thông minh hay các hệ thống đa truyền thông thích nghi (Adaptive Hypermedia Systems –AHS) được xây dựng dựa trên các mô hình đặc trưng của người dùng (user profile) để hỗ trợ khai thác thông tin cùng với tài nguyên học tập phù hợp với từng cá nhân người học. Nhìn chung các nghiên cứu hiện nay chủ yếu nhắm vào các chức năng hỗ trợ xây dựng bài giảng, diễn đàn thảo luận giữa người học mang tính tự phát và thiếu tính tổ chức.

Trên thế giới hiện nay, đào tạo điện tử đã trở nên thông dụng và hầu hết các tổ chức đào tạo đều có sự trợ giúp của đào tạo điện tử [2]. Phạm vi ảnh hưởng của đào tạo điện tử đã lan rộng ra rất nhiều lĩnh vực. Trong học tập theo xu hướng Xây dựng khóa học theo nhu cầu người học [4,5] thể hiện rõ ràng khi chúng được gọi là các thiết kế "hướng tới học viên" hay "tập trung vào sinh viên". Điều này không chỉ là tập trung vào nhiều phong cách học tập khác nhau của học viên mà là chính học viên có thể quyết định và quản lý được quá trình học tập của mình. Trong một số quy trình hướng dẫn sử dụng bằng tay hoặc bán tự

động hiện có, người và máy không thể hiểu nhau. Công nghệ Bản thể học hoặc công nghệ Web ngữ nghĩa là một giải pháp tốt. [8,9]

Xuất phát từ quan điểm của cổ vấn học tập, những người thường xuyên tư vấn, giải đáp hoặc giới thiệu cho sinh viên những vấn đề thắc mắc liên quan đến học tập và nghiên cứu. Nếu trợ giảng hoặc người hướng dẫn hiểu rõ về năng lực của sinh viên, hiểu rõ về điểm yếu và điểm mạnh của từng sinh viên (thông qua hồ sơ sinh viên – student profile) thì việc gợi ý cho sinh viên có thể chính xác hơn. Điều này thật sự khó khăn trong môi trường giáo dục, khi một cổ vấn học tập có quá nhiều sinh viên (đặc biệt ở Việt Nam), cơ hội để mỗi sinh viên gặp gỡ riêng với cổ vấn học tập là không nhiều, không tính đến trở ngại trong việc giao tiếp giữa Thầy và Trò (sinh viên khó diễn đạt, hoặc khó tiếp cận với cổ vấn học tập) [6]. Hơn nữa, mỗi cổ vấn học tập cũng có những giới hạn, khó khăn trong việc tư vấn sinh viên với những câu hỏi ngoài phạm vi mà họ hiểu.

Với sự xuất hiện mạnh mẽ của Web ngữ nghĩa, Bản thể học (Ontology) ngày càng được đề cập, sử dụng nhiều, không chỉ trong lĩnh vực Web ngữ nghĩa mà còn trong nhiều lĩnh vực khác cần có nguồn thông tin giàu ngữ nghĩa do Ontology đem lại, phục vụ cho nhu cầu thực hiện các suy diễn và các thuật toán một cách tốt hơn. Bản thể học được sử dụng để: Người và máy có thể hiểu, chia sẻ thông tin và làm việc với nhau; Kích hoạt tính năng tái sử dụng kiến thức miền. Các lĩnh vực ứng dụng của Bản thể học: Xử lý ngôn ngữ tự nhiên; Hệ thống thông tin thông minh; Open Data Semantic Web-Liên Kết; Semantic Web Semantic Search, vv.

Bài báo được tổ chức như sau, Phần 2 giới thiệu một vài nghiên cứu có liên quan đến hệ thống hỗ trợ người học và các nghiên cứu về Ontology liên quan đến người học. Phần 3 giới thiệu một số khái niệm, và cách tiếp cận hệ thống hỗ trợ. Phần 4 đưa ra một số kết quả dự kiến đạt được cũng như triển vọng trong tương lai.

2 Công trình Liên quan

Hiện nay đã có rất nhiều nghiên cứu liên quan đến các hệ thống hỗ trợ, hệ thống tư vấn, hệ thống học thích nghi, hệ thống phục vụ đào tạo trực tuyến, vv. Phân tích xu thế phát triển, tập trung ở hai khía cạnh: phát triển các hệ thống quản trị nội dung học và phát triển các hệ thống quản trị học, đào tạo liên quan đến điện tử sẽ theo ba xu hướng [5,25]:

- i) Xây dựng khóa học điện tử hoàn chỉnh: Phát triển về mặt hệ thống, xây dựng LMS (Learning Management System - Hệ thống quản trị học tập) để phát triển mô hình đào tạo dựa trên công nghệ web toàn diện, từ đó tạo ra các khóa học trực tuyến hoàn chỉnh, độc lập để tăng thêm hiệu quả cho những LMS này, nội dung các bài giảng phải dễ hiểu, dễ truyền đạt, sử dụng đa phương tiện để tăng chất lượng đào tạo.
- ii) Xây dựng khóa học theo chuẩn: Phát triển về mặt nội dung, nâng cấp các chuẩn nội dung, hướng tới một chuẩn phù hợp với yêu cầu chung của đào tạo điện tử thế giới và mang đầy đủ các đặc tính thỏa mãn yêu cầu của thời đại đó là khả năng sử dụng lại, tính tương thích, tính khả chuyển, tính thích nghi, vv. Một chuẩn nội dung đầy đủ các hiệu quả sẽ là động lực phát triển đào tạo điện tử theo bề rộng bằng cách phân phối nội dung học trên toàn thế giới qua mạng Internet. Đây cũng là tiền đề để tạo ra trung tâm phân phối tri thức chung cho tất cả LMS, LCMS (Learning Content Management System - Hệ thống quản trị nội dung học). Đến lúc đó chi phí con người phải trả cho giáo dục và đào tạo sẽ giảm tối đa mà chất lượng, hiệu quả lại tăng rõ rệt.

iii) Xây dựng khóa học theo nhu cầu người học: Phát triển về nội dung, cộng đồng đào tạo điện tử thế giới đang xây dựng một mô hình chuẩn để sắp xếp và điều hướng nội dung học hiệu quả, tạo khóa học động phù hợp với đặc trưng của từng học viên. Trong quá trình phát triển các chuẩn nội dung, các tổ chức cũng đề xuất ra mô hình điều hướng và sắp xếp. Trong tương lai, khi các chuẩn nội dung phát triển đến giai đoạn ổn định và thích nghi, mô hình sắp xếp và điều hướng nội dung sẽ được chuẩn hóa và tích hợp vào chuẩn nội dung. Hiện nay, chuẩn SCORM (Shareable Content Object Reference Model- Chuẩn mô tả đối tượng nội dung có thể chia sẻ được) cũng đang chỉnh sửa và nâng cấp để đáp ứng yêu cầu này, nhưng khả năng điều hướng trong SCORM vẫn chưa linh hoạt và chưa thực sự hiệu quả.

Ở Việt Nam, các nghiên cứu trong 10 năm gần đây, tập trung vào việc phát triển nội dung học tập trên nền tảng đào tạo điện tử.

Nhìn chung, sự phát triển đào tạo điện tử tại Việt Nam đang trong giai đoạn khởi đầu. Các vấn đề lớn gặp phải ở đây là việc xây dựng các qui chuẩn trong đào tạo điện tử, xây dựng cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin, các chính sách áp dụng đào tạo điện tử trong hoạt động giáo dục đào tạo.

Đại học Quốc gia Hà Nội cũng đã và đang nghiên cứu và triển khai dự án "Đầu tư xây dựng hạ tầng kỹ thuật CNTT, phát triển công nghệ phần mềm, đổi mới phương pháp giảng dạy và học tập, xây dựng mô hình đại học điện tử".

Trung tâm Tin học thuộc Bộ Giáo dục và Đào tạo, với sự hợp tác của Công ty Hewlett-Packard VN, đã xây dựng cổng đào tạo trực tuyến đầu tiên và chính thức hoạt động tại địa chỉ <http://el.edu.net.vn> vào sáng 1/1/2005. Cổng đào tạo trực tuyến này cung cấp các hiệu biết cơ bản về đào tạo điện tử, cùng các lời khuyên có giá trị về việc nghiên cứu và triển khai đào tạo điện tử.

Cho đến nay, nhiều trường đại học trong cả nước đã triển khai phần mềm đào tạo điện tử sử dụng công nghệ mã nguồn mở. Theo thống kê trên trang web chính thức của Moodle tại địa chỉ <http://www.moodle.org>, hiện có 154 đơn vị đã sử dụng hệ thống này.

Trường Đại học Công nghệ, Đại học quốc gia Hà Nội đã phát triển hệ thống đào tạo điện tử để trợ giúp cho việc dạy và học. Sinh viên có thể truy cập website môn học để lấy thông tin học tập theo tài khoản cá nhân. Hệ thống đào tạo điện tử này cho đến nay đã trợ giúp đắc lực cho thầy và trò Trường Đại học Công nghệ, nhưng vẫn chưa thực sự linh hoạt cũng như chưa tận dụng hết các khả năng của đào tạo điện tử.

ĐH Tự nhiên, ĐH Quốc gia TPHCM đã triển khai Dự án sản xuất thử nghiệm cấp trọng điểm, năm 2008 "Mô hình đặc trưng người dùng phục vụ đào tạo trực tuyến" (User Profile E-learning).

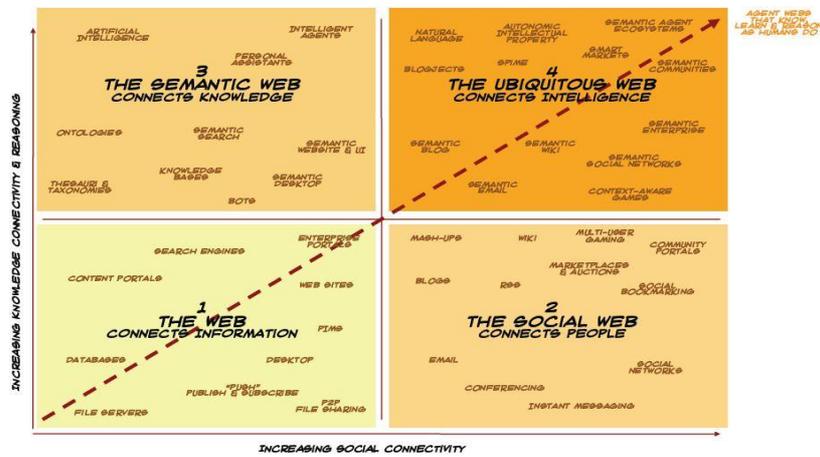
Cao Tuấn Dũng và cộng sự đã tìm hiểu việc "Xây dựng một cổng thông tin y tế cộng đồng dựa trên Ontology" [10]

Theo nghiên cứu về hướng phát triển và sử dụng Internet và Web (Hình 1-2), Web được phát triển theo bốn giai đoạn chính: (1) Web 1.0 thực hiện kết nối thông tin, (2) Web 2.0 kết nối người và người, (3) Web 3.0 kết nối tri thức, và (4) Web 4.0 kết nối mang tính thông minh; trong tương lai gần và xa hơn (đến năm 2030), nhu cầu chính của việc sử dụng Internet và Web liên quan đến các dịch vụ theo hướng tích hợp và có sự trợ giúp thông minh.

Phần tiếp theo của bài báo, chúng tôi trình bày một cái nhìn tổng quan của các mô hình người sử dụng, mô hình thích nghi và Hệ thống hỗ trợ thông minh.



Hình. 1. Xu hướng sử dụng Web (Nguồn: Nova Spivack and Radar Networks)[4].



Hình. 2. Trạng thái nghiên cứu sử dụng của Web ngữ nghĩa (Nguồn: Courtesy of Mills Davis, Project10X; source: Nova Spivack, Radar Networks and John Breslin, DERI)[4].

3 Cách Tiếp cận

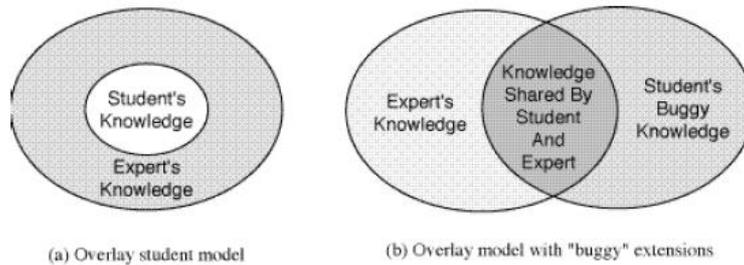
3.1 Mô hình Người Sử dụng, Mô hình Thích nghi, Hệ thống Hỗ trợ Thông minh

Sergey Sosnovsky [8] đã tổng kết lịch sử phát triển của mô hình người sử dụng với bốn giai đoạn cùng với đặc trưng chính của mỗi giai đoạn, trong đó những năm 2000 sẽ theo xu hướng mới với hai sáng kiến chính trong phát triển Web – Mạng Xã hội (Web 2.0) [11] và Web Ngữ nghĩa ảnh hưởng đến sự phát triển của công nghệ mô hình người sử dụng trên Web đồng thời bị ảnh hưởng do sự phát triển của các thiết bị điện thoại di động và công nghệ không.

Học tập là một trong những lĩnh vực quan trọng nhất trên thế giới để thúc đẩy sáng tạo ý tưởng về giáo dục và nghiên cứu. Trong đó, việc xây dựng kế hoạch học tập thật sự là vấn đề quan trọng. Đặc biệt, hoạt động dạy và học trên mạng ngày càng trở nên phổ biến do ứng dụng rộng rãi những thành tựu của công nghệ thông tin, đặc biệt khi có sự phát triển của công nghệ Internet. Gần đây, việc tự học, chuẩn bị kiến thức qua mạng đã trở thành

một nhu cầu của người học nhằm tiếp thu kiến thức hiệu quả, rút ngắn thời gian, không gian học tập cũng như để đạt được kiến thức mong muốn phù hợp với bản thân.

Để đáp ứng nhu cầu đó, các hệ thống đào tạo điện tử (E-learning) được phát triển và triển khai ứng dụng rộng rãi. Sự phát triển của E-learning làm nảy sinh nhiều vấn đề cần được nghiên cứu và giải quyết. Trong đó, vấn đề làm thế nào để tạo được những khóa học E-learning hiệu quả, xây dựng được những chương trình học phù hợp đáp ứng được nhu cầu của người học đang được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu.



Hình 3. Mô hình phủ kiến thức cho sinh viên [6]

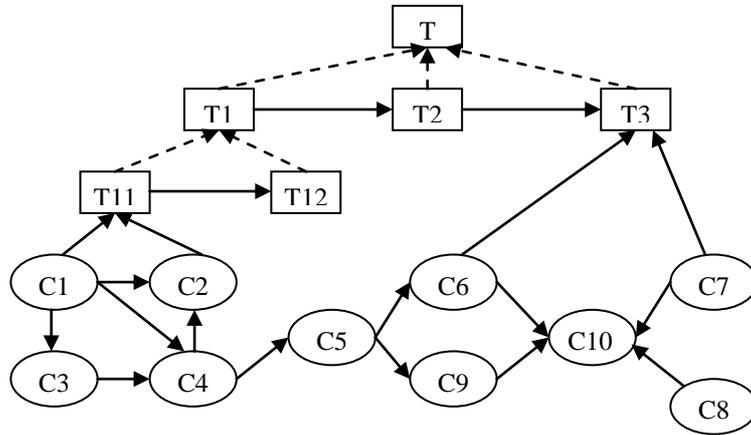
Mô hình phủ [6] (Hình 3) được sử dụng phổ biến trong việc thể hiện các miền kiến thức thành các môđun theo chủ đề hay khái niệm cụ thể, để có thể định lượng mức độ hiểu biết các khái niệm của người học một cách độc lập.

Theo Stuart E. Middleton [12], Hồ sơ người học thường dựa trên tri thức hoặc hành vi [24]. Mô hình hồ sơ người học là một hướng nghiên cứu được quan tâm nhiều trong thời gian gần đây. Chúng tôi sử dụng hướng tiếp cận Bản thể học để biểu diễn mô hình hồ sơ người học. Hướng tiếp cận này thay vì sử dụng các phương pháp biểu diễn tri thức khác như: Sử dụng bộ ba giá trị (Đối tượng - Thuộc tính - Giá trị), Khung, Logic mờ, Mạng ngữ nghĩa bởi ngoài việc cung cấp bộ từ vựng chung về miền tri thức, bản thể học còn cung cấp mối quan hệ giữa mô tả ràng buộc giữa các từ vựng, kết hợp được các phương pháp biểu diễn tri thức khác nhau để biểu diễn đối tượng, ràng buộc, quan trọng hơn Bản thể học là một công nghệ mô tả tri thức ngữ nghĩa một cách hình thức, có thể chia sẻ trên Web, máy có thể hiểu và xử lý tự động. Các vấn đề cần xác định để biểu diễn mô hình nội dung dựa trên bản thể học gồm có: Xác định các lớp và các đối tượng, các thuộc tính và mối quan hệ giữa chúng. Các yếu tố này được trình bày trong phần kiến trúc của mô hình hình hồ sơ người học trong Hình 4.

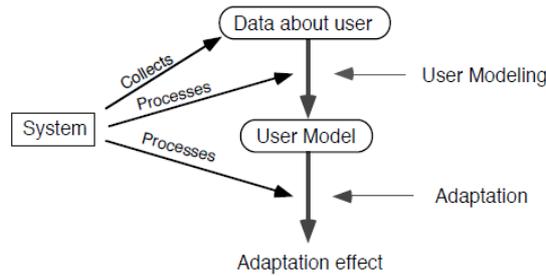
Trong Hình 4, hình elíp thể hiện các khái niệm, hình chữ nhật thể hiện nhiệm vụ, mũi tên liền nét biểu diễn mối quan hệ tiên quyết, mũi tên đứt nét biểu diễn mối quan hệ thành phần. Thông qua quan hệ giữa các khái niệm, nhiệm vụ, trên cơ sở đánh giá khái niệm C_i hệ thống đưa ra mức độ của khái niệm C ; để hoàn thành một chủ đề T thì phải hoàn thành các nhiệm vụ $T_j^1, T_j^2, \dots, T_j^m$ (ví dụ trong học tập, để hoàn thành một môn học thì phải có các môn tiên quyết, các môn học tự chọn).

Một hệ thống hỗ trợ cố vấn học tập thông minh có quan hệ mật thiết với sự thích nghi của người học (Hình 5) tham gia trong hệ thống học tập. Những thông tin hay kiến thức về một khái niệm nào đó trong một môn học sẽ được phân chia thành nhiều phần và mỗi phần sẽ được liên kết với một điều kiện cụ thể về trình độ của người học. Sau đó, tùy theo trình độ được thể hiện trong hồ sơ của từng cá nhân mà hệ thống sẽ áp dụng những luật thích

ngihtương ứng nhằm cung cấp những phần nội dung thông tin hay kiến thức về khái niệm cùng với cách trình bày một cách phù hợp nhất [13,14].



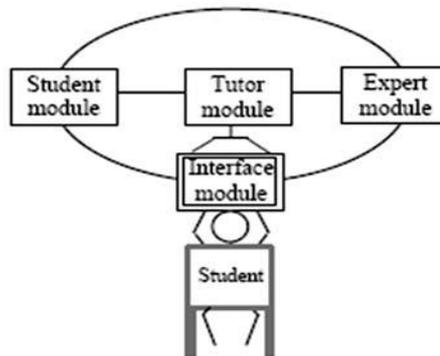
Hình. 4. Mô hình hồ sơ người học [21]



Hình. 5. Mô hình thích nghi [13]

Hệ thống trợ giảng thông minh - Intelligent Tutoring System (ITS) là một hệ thống cung cấp hướng dẫn sửa đổi hoặc trả lời trực tiếp cho sinh viên [19]. Khi thực hiện một tác vụ, ITS trả lời sinh viên mà không cần sự can thiệp của con người. ITS có thể đóng vai trò quan trọng trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Đặc biệt là hệ thống chuyên gia xây dựng để tái tạo các đặc điểm của một người giáo viên. ITS bao gồm bốn hệ thống (module) con. Chẳng hạn như: các module giao diện, các module chuyên gia, module sinh viên, và module trợ giảng như thể hiện trong Hình 6.

Các module giao diện hỗ trợ sinh viên tương tác với hệ thống, thường thông qua một giao diện người dùng đồ họa. Các module chuyên gia minh họa kiến thức trong các chủ đề trọng tâm được ITS giảng dạy. Module còn chỉ định một đại diện chuyên gia kiểm soát một loại kiến thức của đối tượng. Các module sinh viên điều khiển mô tả sự hiểu biết hoặc các hoạt động của sinh viên, đồng thời cũng lưu giữ những đặc điểm “quan niệm sai lầm” và những “khoảng trống” trong kiến thức sinh viên. Các module trợ giảng nắm giữ những kiến thức sinh viên yêu cầu. Module này có hành động “chữa bệnh”, ví dụ như đưa ra phản hồi hoặc khắc phục giảng dạy. Để đạt được điều này, nó đòi hỏi kiến thức về những gì một người giáo viên sẽ làm trong những điều kiện như thế.



Hình. 6. Kiến trúc chung của hệ thống ITS [15]

3.2 Cơ sở Tri thức Sử dụng Bản thể học

Trong bối cảnh về hướng phát triển và sử dụng Internet và Web, cũng như sự phát triển các mô hình người sử dụng, và đặc biệt là hiện nay các trường ĐH ở Việt Nam đã chuẩn bị để chuyển sang hoàn toàn theo học chế tín chỉ, nghiên cứu có thể giải quyết hai vấn đề: (1) Lưu trữ hồ sơ của người học, phân loại người học để tăng hiệu quả việc lựa chọn nội dung học tập cho từng người học và (2) Cung cấp các mảng kiến thức theo nhiều lĩnh vực khác nhau (giống như các hệ chuyên gia). Hệ thống đề xuất có thể đóng vai trò của giáo viên trợ giảng để có thể cung cấp cho người học nhiều gợi ý chính xác hơn dựa trên luồng hồ sơ người học mà hệ thống cung cấp. Hơn thế nữa, sinh viên có thể giao tiếp với hệ thống “trợ giảng” này bất cứ khi nào và ở đâu mà họ muốn vì đây là hệ thống sử dụng trên Internet. Hệ thống này còn là một công cụ giúp cho cố vấn học tập giám sát sinh viên cũng như giảm bớt gánh nặng cho cố vấn học tập trong việc trả lời các câu hỏi của sinh viên [21].

Khi đã có các miền tri thức của người học, phân loại người học, chương trình học, cần phải tích hợp các tri thức thành một miền tri thức tích hợp để sử dụng (Hình 6) [22,24].

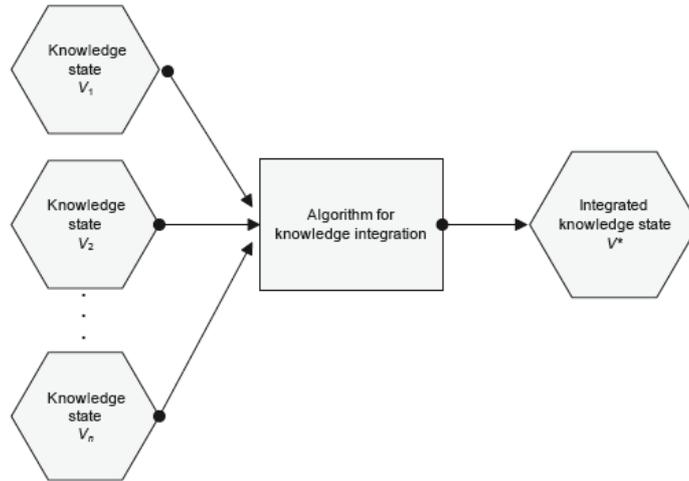
Kiến trúc mô hình người sử dụng dựa trên bản thể học dựa trên một định nghĩa rõ ràng cung cấp bởi người dùng thông qua trình soạn thảo hồ sơ người dùng và một phần duy trì bởi các dịch vụ thông minh (Hình 7). Các dịch vụ thông minh có hai vai trò chính trong hệ thống: (1) Cập nhật và duy trì các mô hình người sử dụng trên cơ sở dữ liệu sử dụng thông qua việc áp dụng một số chẩn đoán, (2) Cung cấp các dịch vụ cá nhân dựa trên các đặc tính của người sử dụng (ví dụ như quan điểm cá nhân được tạo ra và trình bày cho người sử dụng).

Kiến trúc của hệ thống mô hình người sử dụng dựa trên bản thể học tích hợp ba bản thể học khác nhau:

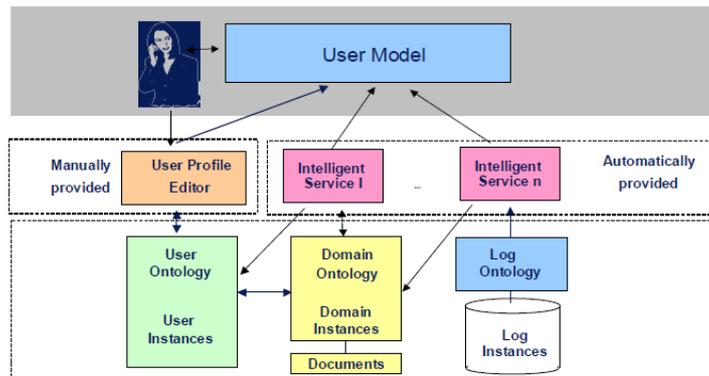
- User Ontology cấu trúc đặc điểm khác nhau của người sử dụng và mối quan hệ người dùng.
- Domain Ontology định nghĩa miền, các khái niệm ứng dụng cụ thể và mối quan hệ giữa chúng.
- Log Ontology định nghĩa ngữ nghĩa của người dùng tương tác với hệ thống.

Kỹ thuật Ontology cho mô hình người sử dụng, theo Sergey Sosnovsky [5], thể hiện mối quan hệ giữa các công nghệ tương ứng từ các lĩnh vực của người sử dụng mô hình hóa và

Web-bản thể học. Mô hình đã nghiên cứu về việc ánh xạ các loại dữ liệu phân biệt, tuy nhiên chưa giải quyết được vấn đề sắp xếp trong các hệ thống khác nhau.



Hình. 7. Lược đồ tổng quan của tích hợp tri thức [4]



Hình. 8. Hệ thống mô hình người sử dụng dựa trên Ontology [17]

4 Kết luận

Chúng tôi đã giới thiệu một vài nghiên cứu có liên quan đến các hệ thống hỗ trợ người học và các nghiên cứu về Ontology liên quan đến người học, đồng thời giới thiệu một số khái niệm, và cách tiếp cận. Để từ đó xác định hướng nghiên cứu và kết quả dự kiến đạt được trong tương lai.

Nghiên cứu được thực hiện liên quan tới các lĩnh vực: Lý thuyết đồ thị, Mạng xác suất Bayes, Lọc Kalman, Máy học, Trí tuệ nhân tạo, và Ontology để biểu diễn mô hình đặc

trung người học, mô hình nội dung khóa học, mô hình hỗ trợ và cơ chế thích nghi tạo các chương trình học theo nhu cầu người học. Các nghiên cứu về qui trình phân tích, thiết kế, xây dựng hệ thống phần mềm hướng đối tượng sẽ được sử dụng trong hệ thống hỗ trợ học tập thích nghi. Các công cụ, kỹ thuật trong triển khai ứng dụng trên nền Web trong xây dựng mô hình hệ thống và triển khai thử nghiệm.

Chúng tôi dự kiến sẽ đạt được một số kết quả về mặt lý thuyết (nghiên cứu, xây dựng mô hình) và công nghệ (mô hình, qui trình) dựa trên việc khảo nghiệm đánh giá trên 300 sinh viên theo học chuyên ngành liên quan đến công nghệ thông tin, một chương trình học tập trong lĩnh vực công nghệ thông tin và 10 cố vấn học tập.

Tài liệu Tham khảo

1. Lee Y., Driscoll M.P, Nelson D.W: The Past, Present and Future of Research in Distance Education: Result of a Content Analysis. In: The American Journal of Distance Education, Vol. 18(4) (2004).
2. Brooks C., Greer J.: Combining ITS and eLearning Technologies: Opportunities and Challenges. In: The 8th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, TAIWAN (2006).
3. Beck, J., Stern, M., & Haugsjaa, E.: Applications of AI in education. ACM Crossroads,3 (1), 11-15 (1996).
4. Ngoc Thanh Nguyen: Advanced Methods for Inconsistent Knowledge Management. e-ISBN 978-1-84628-889-0, Springer-Verlag London Limited (2008).
5. Anh NV: Một mô hình tạo khóa học thích nghi trong đào tạo điện tử. Ph.D thesis, DH Công nghệ Hà Nội (2010)
6. Brusilovsky, P.: Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. User Modeling and User Adapted Interaction. 6, 87–129. [cited at p. vii, 2, 12, 13, 14, 73, 99] (1996).
7. Trong Hai Duong, Geun Sik Jo, Jason J. Jung, Ngoc Thanh Nguyen: Complexity Analysis of Ontology Integration Methodologies: a Comparative Study. In: Journal of Universal Computer Science, vol. 15, no. 4,877-897(2009).
8. Sergey Sosnovsky: Ontological Technologies for User Modeling. Ph. D thesis, School of Information Sciences, University of Pittsburgh, US.
9. Ngoc Thanh Nguyen, Jason J. Jung, Trong Hai Duong: Complexity Analysis of Ontology Integration Methodologies:a Comparative Study. In: Journal of Universal Computer Science, vol. 15, no. 4, 877-897, (2009).
10. Cao Tuấn Dũng, Lê Tấn Hùng, Tạ Tuấn Anh, Đặng Văn Chuyết, Nguyễn Hoàng Phương: Xây dựng một cổng thông tin y tế cộng đồng dựa trên Ontology. Hội nghị ứng dụng công nghệ thông tin ngành y tế lần thứ 5 (2009).
11. Duong Trong Hai, Nguyen Ngoc Thanh, Jo Geun Sik: A HYBRID METHOD FOR INTEGRATING MULTIPLE ONTOLOGIES. Cybernetics and Systems, 40: 2, 123 — 145, (2009).
12. Stuart E. Middleton, David De Roure, and Nigel R. Shadbolt: Ontology-Based Recommender Systems. IT Innovation Centre, University of Southampton, Southampton SO16 7NP, UK.
13. Alfred Kobsa: Generic User Modeling Systems. The Adaptive Web, LNCS 4321, pp. 136 – 154, 2007. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2007).
14. Safdar Ali Soomro, Abdul Ghafoor Memon, Safeullah Soomro: Pre-Generation of Student Module in Intelligent Tutoring System. In: Journal of Information & Communication Technology Vol. 5, No. 1, 12-21(Spring 2011).
15. C.J.Butz, S.Hua, R.B.Maguire, Bits: a Bayesian Intelligent Tutoring System For Computer Programming. Department of Computer Science, University of Regina, SK, Canada.

16. Heum Park, Aesun Yoon, Hyuk-Chul Kwon: Task Model and Task Ontology for Intelligent Tourist Information Service. In: International Journal of u- and e- Service, Science and Technology Vol. 5, No. 2 (June, 2012)
17. Liana Razmerita, Albert Angehrn and Alexander Maedche: Ontology-based User Modeling for Knowledge Management Systems. In: Research for this paper was partially financed by the EU in the IST-2000-28293 project Ontologging.
18. Anton Andrejko, Michal Barla and Maria Bielikova: Ontology-based User Modeling for Web-based Information Systems. Slovak university of Technology in Bratislava, Slovakia.
19. Safdar Ali Soomro, Abdul Ghafoor Memon, Safeullah Soomro: Pre-Generation of Student Module in Intelligent Tutoring System. In: Journal of Information & Communication Technology Vol. 5, No. 1,12-21(Spring 2011).
20. Kyungsun Kim, Kyounguk Lee: Real-time Job-Aids and Tutoring System (REJAT), Implementation of Integrated knowledge based open e-learning framework. In: Real Time Job-Aids and collective intelligence based tutoring system: Project No. 10031886.
21. Harati, M.N. Ahmadabadi, and B.N. Araabi: Knowledge evaluation for credit assignment among independent q-learners. IEEE, Syst. vol. 1, No. 1, pp55-67 (Sept 2007).
22. Amir-massoud Farahmand Interaction of Culture-Based Learning and Cooperative Co-evolution and its Application to Automatic Behavior-Based System Design, EE Vol 14 No. 1 (Feb 2010).
23. Dragan Gašević Nima Kaviani, and Milan Milanović: Ontologies and Software Engineering. Handbook on Ontologies, International Handbooks on Information Systems Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2009)
24. M. Yarandi, A. R. Tawil, H. Jahankhani: Ontologies for Personalised Adaptive Learning. Advances in Computing & Technology 2012, London: University of East London.
25. Tich Phuoc Tran, Thi Thanh Sang Nguyen, Kien Cuong Dang, Xiaoying Kong: An Efficient Web-Page Recommender System using Frequent Pattern Discovery and Dynamic Markov Models. In: International Journal of Web Application Volume 3 Number 1 (March 2011).